



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Economia
Curso de bacharelado em Ciências Econômicas

**INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA E CRESCIMENTO
ECONÔMICO:
O CASO BRASILEIRO DE 2000 A 2012**

Aluna: Thaís Riether Vizioli

Orientadora: Geovana Lorena Bertussi

Brasília, 2014



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Economia
Curso de bacharelado em Ciências Econômicas

**INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA E CRESCIMENTO
ECONÔMICO:
O CASO BRASILEIRO DE 2000 A 2012**

Aluna: Thaís Riether Vizioli

Orientadora: Geovana Lorena Bertussi

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharelado em Ciências Econômicas, na Universidade de Brasília, sob orientação da Prof. Dra. Geovana Lorena Bertussi.

Brasília, 2014

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Economia

Monografia apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do grau de bacharelado em Ciências Econômicas na Universidade de Brasília.

INFRAESTRUTURA ENERGÉTICA E CRESCIMENTO
ECONÔMICO: O CASO BRASILEIRO DE 2000 A 2012

Thaís Riether Vizioli

Aprovado por:

Professora orientadora: Prof. Dra. Geovana Lorena Bertussi

Professora examinadora: Prof. Dra. Andrea Felipe Cabello

Brasília, ____ de ____ de 2014

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Geovana Lorena Bertussi, que apoiou e contribuiu imensamente para a realização deste trabalho desde o início, mesmo sabendo de todas as dificuldades envolvidas na obtenção dos dados. A minuciosidade, o cuidado e a amizade dedicados, desde que a tive como tutora no PET, foram imprescindíveis para minha formação como profissional e pessoa.

Aos professores e funcionários do Departamento de Economia pelo conhecimento e atenção dedicados durante esses quatro anos. Em especial, agradeço à Prof^a. Dr^a. Andrea Felipe Cabello, pela disposição e prontidão em ajudar, pelas contribuições relacionadas ao setor energético e por ter aceitado compor a banca avaliadora.

Agradeço aos meus pais, Cláudio, Simone e Virgínia, que não mediram esforços ao contribuir para a superação desta etapa da minha vida. Aos meus irmãos, que longe ou perto sempre estiveram presentes me apoiando e incentivando. Obrigada a toda minha família por todo o suporte, compreensão e torcida para o meu sucesso.

Aos meus amigos, cuja presença tornou a graduação mais leve e prazerosa. Em particular à Camila Torres, à Débora Costa e aos companheiros e amigos do PET. Por fim, agradeço ao meu namorado e melhor amigo, Guilherme, com quem eu pude contar para esquecer e superar todas as dificuldades que surgiram.

RESUMO

O presente trabalho estuda a relação entre investimentos públicos em energia e crescimento econômico no Brasil de janeiro de 2000 a dezembro de 2012. Para esse propósito, primeiro examinou-se a literatura empírica e teórica e construiu-se um panorama geral do setor energético. Depois, propôs-se o modelo e rodaram-se as regressões. Os resultados das estimações mostram que existe uma associação forte e consistente entre o crescimento do PIB *per capita* brasileiro e os investimentos públicos em energia, confirmando a tese de que o Estado tem papel fundamental nesse setor para a promoção do crescimento econômico.

Palavras chave: infraestrutura energética, crescimento, Brasil.

ABSTRACT

This paper studies the relationship between public energy expenditures and economic growth in Brazil since January 2000 until December 2012. For this purpose, first we examined the theoretical and empirical literature and constructed an overview of the energy sector. Then we propose the model and ran the regressions. The estimation results show that there is a strong and consistent association between Brazilian *per capita* GDP and public energy expenditures, confirming our thesis that the State has a major role in this sector for the promotion of economic growth.

Keywords: energy infrastructure, economic growth, Brazil.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Revisão bibliográfica	1
2.1. Infraestrutura e crescimento econômico: aspectos teóricos e empíricos	1
2.2. A questão energética e o impacto sobre o crescimento econômico: evidências empíricas	8
3. Evolução histórica, tendências recentes e características do setor energético brasileiro	14
3.1. Investimento em infraestrutura no Brasil	14
3.2. Evolução histórica do setor energético	17
3.2.1. O papel do setor público	18
3.2.2. Construção do novo marco regulatório: da década de 1990 à atualidade ..	19
3.3. Características do setor energético brasileiro	29
3.3.1. Consumo de energia	30
3.3.2. Oferta de energia	32
3.4. Outras alternativas para o setor	37
4. Análise empírica: metodologia e resultados	38
4.1. Dados	38
4.2. Modelo econométrico	40
4.3. Estimações	41
5. Conclusão	45
6. Referências bibliográficas	46

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Investimento em infraestrutura no Brasil	15
TABELA 2 - PAC 2: Previsão preliminar de investimento.....	28
TABELA 3 - Resultados das Estimções	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - FBCF do setor público por setor de infraestrutura: 1995 a 2003 (% PIB) ..	16
GRÁFICO 2 - Investimentos em infraestrutura no Brasil – 2001 a 2011 (% PIB)	16
GRÁFICO 3 - Investimentos em infraestrutura no Brasil (% PIB) – participações por setor – 2001 a 201	17
GRÁFICO 4 - Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora.....	22
GRÁFICO 5 - Formação Bruta de Capital Fixo – Energia Elétrica (% PIB).....	23
GRÁFICO 6 - Consumo final de energia primária e secundária entre 1990 e 2012 (em mil tep)	30
GRÁFICO 7 - Participação no consumo final energético por setor em 2012	31
GRÁFICO 8 – Produção de energia primária por fonte/participação relativa entre 1990 e 2012	33

1. Introdução

A relação entre infraestrutura e crescimento econômico é bem estabelecida na literatura, tanto teoricamente quanto empiricamente. No entanto, a análise da literatura mostra que existem defasagens no estudo da relação entre investimento em energia e crescimento econômico, especialmente para o Brasil. Nesse sentido, este trabalho apresenta uma análise empírica do setor energético brasileiro, focando no impacto dos investimentos em energia no crescimento do PIB *per capita* no período compreendido entre janeiro de 2000 a dezembro de 2012.

A importância dessa análise é evidenciada pela recente e renovada intenção governamental de investir no setor, especialmente com o lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento em 2007. Mais ainda, os apagões recentes, que chegaram a afetar 7% do consumo nacional em fevereiro de 2014 (Valor Econômico, 5 de fevereiro de 2014), destacam a necessidade de maiores investimentos em energia. Essa necessidade é reforçada pela crescente demanda observada devido aos programas sociais e ao crescimento recente orientado à distribuição de renda.

Os resultados das estimações comprovam a importância do investimento público em energia na promoção do crescimento econômico. Observa-se uma relação significativa, positiva e de grande magnitude entre o desenvolvimento brasileiro (medido pelo crescimento do PIB *per capita*) e o investimento público em energia (relativamente ao investimento público total) no período analisado.

Este artigo é dividido em cinco seções, incluindo esta introdução. A seção seguinte discute trabalhos teóricos e empíricos acerca da relação entre infraestrutura e crescimento e entre energia e crescimento. A terceira seção apresenta uma visão global do setor, suas principais características e sua evolução histórica. A quarta seção apresenta os dados, o modelo e os resultados estimados. A última seção conclui.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Infraestrutura e crescimento econômico: aspectos teóricos e empíricos

Infraestrutura define-se como um conjunto de ativos essenciais para o desenvolvimento da atividade econômica, tais como: energia, transportes, comunicações e saneamento (Frischtak, 2008). Santana *et al.* (2005) afirmam que o conceito de infraestrutura relaciona-se ao estoque de capital fixo com reduzida mobilidade, altos custos irreversíveis, elevada relação capital-produto e grande dispersão do consumo.

O papel da infraestrutura no crescimento econômico tem sido objeto de intensa investigação na literatura, a exemplo de: Munnell (1992), Gramlich (1994), Morrison e Schwartz (1996), Calderón e Servén (2002 e 2004), Frischtak (2008 e 2013), Mussolini e Teles (2010), entre outros. Isso decorre do fato de que a infraestrutura possui papel essencial no crescimento de um país, seja como insumo no processo produtivo ou como suporte à produtividade e ao consumo de bens e serviços essenciais ao bem-estar da população.

Segundo Ferreira (1996), o mecanismo de transmissão é simples: melhores sistemas de transporte, energia e comunicação elevam o produto final, pois implicam maior produtividade dos fatores privados. A maior produtividade, por sua vez, traduz-se em elevação da remuneração dos fatores e, conseqüentemente, em maiores estímulos ao emprego e à geração de investimentos. Esta maior acumulação de capital pode provocar um efeito *crowding in* na economia, na medida em que cria condições ideais para a instalação do capital privado. Neste sentido, os investimentos públicos e privados seriam complementares e a acumulação de capital público poderia potencializar retornos crescentes do capital privado.

A complementariedade entre investimento em infraestrutura e investimento privado, e conseqüentemente entre investimento em infraestrutura e crescimento econômico é também ressaltada por Rigolon (1998). Segundo o autor, existem grandes externalidades positivas associadas à oferta dos serviços de infraestrutura: dados os níveis de capital e trabalho, o aumento da oferta e qualidade dos serviços de energia, transportes, telecomunicações e saneamento básico elevam o produto final, reduzindo os custos por unidade de insumo.

Munnell (1992) aponta que a noção de que o investimento em infraestrutura pode expandir a capacidade produtiva de determinada economia é relativamente consensual na literatura. Assim, podemos depreender que mais do que o aumento da produtividade dos fatores privados existentes, este investimento aumenta a competitividade das economias e, assim, permite maiores fluxos de recursos e, portanto, maior oferta de produtos.

A atual discussão teórica e empírica sobre a relação entre gastos públicos com infraestrutura e crescimento econômico tem como um de seus pontos de partida estudo desenvolvido por Aschauer (1989) para os Estados Unidos no período entre 1949-1985. O autor baseia-se na abordagem neoclássica de crescimento, assumindo uma Cobb-Douglas logaritimizada tal que $y_t = a_t + e_N \cdot n_t + e_K \cdot k_t + e_G \cdot g_t$. Em que e_i é a elasticidade do produto com respeito à variável $i = N, K, G$; Y_t é uma medida do produto real total de bens e serviços do setor privado, N_t é o emprego total de trabalho, K_t é o estoque de capital não residencial agregado e G_t representa o estoque de capital público (estradas, ruas, aeroportos, saneamento básico). A medida de produtividade é uma função de choques agregados, Z_t . Supondo

retornos constantes de escala de todos os fatores, obteve-se uma elasticidade da renda com relação ao capital público de 0,39. Assim, o autor conclui que a diminuição na taxa de crescimento da produtividade dos EUA a partir da década de 70 estaria possivelmente associada à redução do investimento público em infraestrutura.

A partir de então, inúmeros trabalhos têm investigado o impacto dos gastos públicos em infraestrutura sobre o crescimento econômico de longo prazo para diferentes países e períodos de tempo. Munnell e Cook (1990), por exemplo, estimam uma função de produção agregada para verificar se a relação positiva entre produto e capital público encontrada por Aschauer (1989) para o nível nacional verifica-se para o nível estadual e regional.

Munnell e Cook (1990) usam dados anuais de 1970 a 1986 para estados norte-americanos. Os resultados confirmam que no nível estadual há impacto significativo e positivo do capital público: 1% de aumento no nível de capital aumenta o produto em 0,15%. No entanto, o coeficiente encontrado é bastante inferior ao encontrado por Aschauer (1989).

Easterly e Rebelo (1993) ampliam a abrangência da análise empírica utilizando dados de diversos países, entre 1970 a 1988, para estudar o relacionamento entre política fiscal e crescimento econômico. Para tanto, os autores dividiram os investimentos públicos em diversas categorias e constataram que há correlação positiva entre renda *per capita* e o estoque de infraestrutura. Particularmente, a parcela de investimento público em transporte e comunicação é correlacionada fortemente e de forma robusta com crescimento.

Morrison e Schwartz (1996), por sua vez, inovam ao investigar o papel da infraestrutura pública na determinação da *performance* produtiva a partir do arcabouço teórico da função de custos. A implementação empírica é feita por meio de uma Leontief, incorporando retornos não constantes de escala e insumos fixos à análise, entre 1970 a 1987, para 48 estados vizinhos dos EUA, divididos em quatro grandes regiões: Norte, Sul, Leste e Oeste. Cinco insumos foram considerados: capital público (que inclui água, saneamento e rodovias), capital privado, trabalho produtor e não produtor¹ e energia. Cabe destacar que as autoras não consideram energia como integrante da infraestrutura (capital público), computando-a de forma separada quando da consideração dos insumos, o que pode ter levado à subestimativas do impacto da infraestrutura no produto.

A técnica de estimação utilizada baseou-se num método de resolução de equações simultâneas, denominada *Seemingly Unrelated Regressions* (SUR). A base da análise dos

¹ O número de trabalhadores produtores é dado pelo número de trabalhadores em tempo integral e parcial nas folhas de pagamento das fábricas operantes e o número de trabalhadores envolvidos na produção de fábricas em operação. O número de trabalhadores não produtores é dado pela diferença entre estes.

impactos do capital público é o preço sombra $-\partial G/\partial K_G = Z_{KG}$. Em que G é a função de custo variável e K_G é o capital público. Z_{KG} excede zero para todos os estados e períodos de tempo, indicando um produto marginal positivo do capital infraestrutural para as firmas. A medida Z_{KG} sugere que um milhão de dólares investidos em infraestrutura resulta em, aproximadamente, uma economia de custos de US\$ 160.000 a 180.000 na maioria das regiões por ano, mas quase duas vezes isso no Sul. Os resultados indicam, ainda, um impacto positivo da infraestrutura na produtividade, que varia entre 0,192% (para o Norte) e 0,622% (para o Sul). O declínio desses valores ao longo do tempo sugere que os impactos positivos da infraestrutura se reduziram devido a menores taxas de crescimento do capital público.

Calderón e Servén (2002) buscam determinar o papel desenhado pela brecha de infraestrutura no aumento do hiato de crescimento da América Latina com respeito a outras regiões desenvolvidas. Para tanto, os autores utilizam-se de uma amostra de 101 países entre 1960 e 1997 e desenvolvem seu modelo a partir de uma função de produção Cobb-Douglas log-linearizada, reescrita como razão da força de trabalho, em que capital físico, capital humano, trabalho e infraestrutura figuram como insumos produtivos.

Para o setor de infraestrutura, Calderón e Servén (2002) utilizam dados de capacidade geradora do sistema elétrico (GW), extensão da malha rodoviária (km) e número de linhas telefônicas. Os resultados por eles encontrados apontam que o PIB real *per capita* possui uma correlação grande e significativa com a infraestrutura entre países, tanto nas estimações por MQO e MQO agrupado, como também para estimações por Máxima Verossimilhança. Especificamente para o Brasil, os autores estimam que a contribuição da infraestrutura sobre o produto, ou seja, a variação nos insumos multiplicada pela respectiva elasticidade estimada é de 34,65%.

As conclusões encontradas por Calderón e Servén (2002) são corroboradas por Calderón e Servén (2004), em que os autores avaliam o impacto dos estoques e da qualidade dos serviços de infraestrutura sobre crescimento e desigualdade para o período compreendido entre 1960 e 2000, para uma amostra de 121 países. Novamente encontram-se impactos positivos e significativos do volume do estoque de infraestrutura no crescimento de longo prazo, resultado robusto a mudanças nas medidas de infraestrutura, bem como à técnica de estimação utilizada.

Para o Brasil, o primeiro autor a testar a hipótese de que os gastos com infraestrutura promovem o crescimento econômico foi Ferreira (1996). Ferreira (1996) investigou a relação de longo prazo entre o estoque de infraestrutura e o PIB real por meio da estimação da tendência e da elasticidade de longo prazo dos investimentos no período de 1970 a 1993, que

foi calculada pelo método de cointegração. Para as medidas construídas a partir da série de investimentos das empresas estatais dos setores de infraestrutura, as estimativas pontuais de elasticidade variam entre 0,34 e 1,12. As estimativas de capital público mais amplas são ainda maiores em média, situando-se entre 0,71 e 1,05. Assim, segundo o autor, a redução do ritmo de crescimento observado no Brasil no período analisado deve-se fortemente à diminuição dos investimentos em infraestrutura.

Posteriormente, Ferreira e Malliagos (1998) estimam o impacto dos gastos e estoques de infraestrutura sobre o PIB e a produtividade dos fatores privados, além da elasticidade-renda de medidas físicas de infraestrutura no setor elétrico, telecomunicações e rodoviário no período de 1950 a 1995. Investiga-se, ainda, a causalidade entre capital (ou investimento) em infraestrutura e PIB e entre infraestrutura e produtividade.

Para obtenção da elasticidade-renda dos gastos em infraestrutura, Ferreira e Malliagos (1998) adotam a seguinte relação de longo prazo: $\ln Y_t = \phi \ln G_t(1)$, em que G_t é o capital de infraestrutura. Relação análoga é obtida substituindo capital por investimento. As estimativas usando cointegração confirmam a existência de uma relação de longo prazo entre o PIB e infraestrutura. Uma variação de 1% no investimento em infraestrutura gera uma variação de 0,39% no PIB. O setor de energia apresenta as maiores elasticidades: um aumento de 1% incrementa o PIB em 0,68%.

As elasticidades-renda de longo prazo dos investimentos em infraestrutura têm magnitude inferior a das séries de capital. Para energia, é de 0,362%. A capacidade nominal instalada apresenta coeficiente de 0,89. As estimativas da elasticidade do capital e investimentos em infraestrutura em relação à PTF para o modelo endógeno mostra que o impacto na produtividade se situa entre 0,23% e 0,53% para um aumento de 1% nos gastos em infraestrutura.

Para os testes de causalidade, Ferreira e Malliagos (1998) concluem que o investimento em infraestrutura causa no sentido de Granger o PIB. O capital de infraestrutura causa o PIB e vice-versa. A produtividade dos fatores privados causa o investimento e o capital de infraestrutura, mas o contrário não acontece.

No mesmo ano, Rigolon (1998) busca mostrar a importância do investimento em infraestrutura para a retomada do crescimento econômico sustentado no Brasil por meio de um modelo de consistência macroeconômica que incorpora três hiatos: fiscal, externo e de poupança. Três cenários foram construídos com o objetivo de capturar a relevância do investimento em infraestrutura. O ano de 1996 é a data base e os cenários são construídos de 1997 a 2001.

O cenário A assume o sucesso da reforma da infraestrutura. O investimento em infraestrutura aumenta de 2% do PIB em 1996 para 2,7% no quinquênio seguinte. A reforma na regulação e as condições favoráveis do financiamento de longo prazo incentivam o aumento expressivo da participação do setor privado. Mostra-se, assim, que o investimento em infraestrutura aumenta a produtividade total dos fatores, aumenta as exportações via redução nos custos produtivos, diminui a dependência das importações e a necessidade de acumulação de poupança, gerando melhores condições para o aumento da taxa de crescimento do produto.

No cenário B, as incertezas associadas com o andamento das reformas na regulação e no mercado de crédito impedem a recuperação do investimento em infraestrutura, que se mantém no nível observado em 1996, implicando redução do investimento em infraestrutura para 1,7% do PIB. Como resultado, há um crescimento mais lento da produtividade (1,4% a.a.) e da eficiência do investimento, requerendo maior nível de investimento e maior esforço de poupança para assegurar a mesma taxa de crescimento do PIB. Observam-se déficits externos substancialmente menores no cenário A, comparativamente ao cenário B.

O cenário C responde à seguinte questão: dada a taxa de investimento do cenário B, quais seriam os benefícios em termos de crescimento do PIB de um investimento igual ao do cenário A? A resposta é que um investimento adicional anual de 9 bilhões de dólares em infraestrutura, dada uma taxa de poupança de 22,2% do PIB, aumenta a taxa de crescimento do PIB em 0,5 pontos percentuais.

Silva e Fortunato (2007), por sua vez, avaliam o impacto dos gastos públicos com infraestrutura sobre a taxa de crescimento de longo prazo dos estados brasileiros entre 1985 a 1998. Assim como Rigolon (1998), os autores utilizam o modelo de três hiatos para fundamentar suas estimações empíricas, cujos resultados indicam uma relação positiva e estatisticamente significativa entre gastos com infraestrutura econômica e a *performance* macroeconômica dos estados brasileiros. Um aumento de 10% nos gastos públicos com infraestrutura é responsável por aumentar a taxa de crescimento do PIB *per capita* 0,9%. Com relação à elasticidade dos gastos com energia e comunicação, um aumento de 10% nestes seria capaz de elevar a taxa de crescimento num montante maior que 3%.

Dentre os estudos mais recentes para o caso brasileiro, destaca-se o de Mussolini e Teles (2010), que buscam testar se um aumento no capital de infraestrutura, mais do que um aumento no estoque de capital privado, tem efeito positivo sobre a produtividade total dos fatores (PTF) no longo prazo. Além disso, é feita uma análise de curto e médio prazo a fim de verificar a causalidade entre a razão capital público/privado e a produtividade e a significância

do efeito da primeira sobre a segunda. O período analisado compreende os anos de 1950 a 2000.

A principal inovação de Mussolini e Teles (2010) está na utilização da razão entre capital público e privado para explicar o comportamento da produtividade, e não apenas o capital público. Verifica-se, ao contrário de Ferreira e Malliagros (1998), que aumentos na infraestrutura, para um dado estoque de capital privado, causam (no sentido de Granger) a PTF.

Os testes realizados sobre as diferentes medidas de produtividade e da relação entre o estoque público e privado corroboraram que a complementaridade entre estes estoques possui uma relação de longo prazo com a PTF. Os resultados são robustos tanto a variações na medida de produtividade quanto na relação entre os estoques. A análise de curto/médio prazo indicou que elevações na proporção capital público/privado causam (no sentido de Granger) aumentos na produtividade, mas o contrário não ocorre. Verifica-se que a elasticidade da PTF em relação ao capital público estaria entre 0,32 e 0,5.

Apesar da verificada dominância de resultados positivos acerca da relação entre infraestrutura e crescimento econômico na literatura empírica, cabe destacar a existência de resultados contrários à expectativa teórica. Alguns dos resultados acima descritos (a exemplo de Aschauer, 1989) deram origem a controvérsias acerca da magnitude dos efeitos. Gramlich (1994), por exemplo, considera que as elasticidades-renda da infraestrutura obtidas são demasiado altas, como razões para isso o autor aponta as medidas de infraestrutura, a amostra e a metodologia estatística empregadas.

Além de indagações sobre a magnitude do impacto, surgiram questionamentos sobre o efeito dos gastos públicos em infraestrutura sobre o crescimento econômico. Segundo Ramirez (1994), os investimentos públicos em infraestrutura podem repercutir negativamente no investimento privado se foram realizados por empresas estatais ineficientes e subsidiadas. Assim, ao contrário do efeito esperado por Ferreira (1996) e Rigolon (1998), o investimento público provocaria um efeito *crowding out* no investimento privado.

Pimentel *et al.* (2006) chamam atenção para a possibilidade de os investimentos em capital público utilizarem os recursos físicos e financeiros disponíveis para o setor privado, resultando em maiores preços e taxas de juros. Maiores taxas de juros atuariam inibindo o investimento privado, com efeitos líquidos deletérios para as economias. Destaca-se, neste sentido, a importância do ambiente microeconômico e do arcabouço institucional para a realização do investimento privado (Frischtak, 2008), questão que será abordada com maior profundidade em seção posterior deste trabalho.

O estudo realizado por Barro (1991) é um exemplo conhecido sobre o efeito negativo dos gastos públicos nas economias. Buscando encontrar os determinantes para o crescimento econômico, o autor estimou diversas regressões para um grupo de 98 países entre 1960 e 1985, encontrando correlação negativa e estatisticamente significativa entre os gastos de consumo do governo e a taxa de crescimento do produto *per capita*. Este resultado deve-se, segundo ele, às distorções causadas pelos impostos ao sistema econômico. Assim, os efeitos positivos do gasto público, ao prover externalidades positivas sobre a produtividade dos insumos privados, dependeriam diretamente do tamanho do governo. Cabe destacar, no entanto, que não se encontra relação significativa entre o investimento público e a taxa de crescimento no referido estudo.

Uma possível explicação para o efeito negativo estimado por alguns autores é dada por Canning e Pedroni (2004). Buscando investigar as consequências de longo prazo da provisão de infraestrutura sobre a renda *per capita* em um painel de países para o período de 1950 a 1992, os autores adaptam o modelo desenvolvido por Barro (1990) adicionando distúrbios estocásticos a suas equações estruturais.

A conclusão fundamental apontada pelos autores é o fato de que existe um nível de infraestrutura que maximiza o crescimento, acima do qual a diversidade de recursos de outros usos produtivos supera os ganhos de se ter mais infraestrutura. Abaixo desse nível, aumentos na provisão de infraestrutura aumentam a renda de longo prazo.

2.2. A questão energética e o impacto sobre o crescimento econômico: evidências empíricas

Entre os componentes da infraestrutura, destaque é dado à energia, serviço essencial à organização econômica e social de todos os países, sem o qual o crescimento econômico torna-se difícil de conceber. Segundo Tolmasquim (2012), um dos fundamentos da sustentabilidade econômica de um país é a sua capacidade de prover logística e energia para o desenvolvimento de sua produção, com segurança e em condições competitivas e ambientalmente sustentáveis.

A importância da energia fica clara na leitura de Calderón e Servén (2002). Os autores, ao compararem o crescimento econômico da América Latina ao do Leste Asiático, entre 1980 e 1996, constataam que 37,56% da diferença que se pôde constatar entre o crescimento do Brasil e dos Tigres Asiáticos explica-se pelo déficit em infraestrutura, dos quais 17,13% devem-se a diferentes capacidades de geração de energia elétrica.

Segundo Pinto Jr. (2007), Mason (1955) é o primeiro trabalho de referência a constatar a existência de uma correlação significativa entre a renda de 42 países e o consumo de energia *per capita*, para o ano de 1952. Manguy (1967) também buscando estimar a elasticidade renda da energia, demonstra haver uma relação de proporcionalidade entre variações no consumo energético e na renda nacional, com elasticidade próxima à unidade. Vários trabalhos desenvolveram-se no sentido de estimar a relação entre o crescimento econômico e o consumo de energia, confirmando a existência de uma relação positiva, apesar de divergirem acerca do valor da elasticidade, tais como: Lee e Chang (2008), Fröling (2011), Liddle (2013), entre outros.

Dalgaard e Strulik (2007) propõem e testam empiricamente uma nova teoria de acumulação de capital e crescimento que prevê que, na falta de progresso tecnológico, o crescimento é limitado pela capacidade de ofertar energia suficiente para suportar aumentos contínuos no estoque de capital *per capita*. O estudo é realizado para o ano de 1996, com uma amostra de 83 países.

O modelo desenvolvido parte de duas premissas centrais. A primeira delas é que o log do consumo de energia *per capita* é correlacionado com o log do estoque de capital *per capita*. O coeficiente estimado para o log do capital *per capita* foi de 0,6, dentro do intervalo previsto teoricamente. A segunda previsão relaciona o log do PIB e o log do consumo total de energia. Para estimar esta relação utilizou-se a técnica de variáveis instrumentais, dado o problema de viés de variável omitida. O instrumento utilizado para consumo total de energia foi população. Os resultados indicam que a quantidade de variação da renda que o consumo total de energia explica é muito elevada.

Lee e Chang (2008) baseiam-se na linha de trabalhos que argumenta que a energia é um fator essencial na produção, com base em uma função de produção agregada que tem como insumos energia, força de trabalho e estoque de capital. Buscando reinvestigar a comovimentação e a relação causal de longo prazo entre consumo de energia e PIB real para 16 países asiáticos, utilizou-se uma forma funcional Cobb-Douglas com transformação logarítmica.

A relação de longo prazo foi determinada por Lee e Chang (2008) pela técnica FMOLS² para painéis heterogêneos cointegrados. Todos os coeficientes de consumo de energia, trabalho e capital são positivos e estatisticamente significantes ao nível de 5%. No

² *Fully Modified Ordinary Least Squares* (Estimação de Mínimos Quadrados Ordinários Modificada) que permite que os autores corrijam o viés induzido pela estimação por MQO padrão de endogeneidade e correlação serial dos regressores.

caso do consumo de energia, o aumento de 1% leva a um aumento de 0,32% no PIB para os países da amostra. A fim de obter resultados mais robustos, separou-se a amostra em dois diferentes grupos: APEC e ASEAN³, o primeiro, segundo os autores, gera cerca de 70% do PIB global, enquanto o segundo busca a integração econômica regional, promovendo fluxos de bens, serviços, investimentos, capital e desenvolvimento econômico quantitativo. Independente de qual painel se considere, o consumo de energia mantém sinal positivo e estatisticamente significativo, mas a magnitude da elasticidade é inferior.

Apergis e Payne (2010) fazem uso de abordagem semelhante à de Lee e Chang (2008) para 9 países sul americanos entre 1980 a 2005. A estimação por FMOLS tem todos os coeficientes (energia, trabalho, capital e tendência) positivos e estatisticamente significantes a 1%. O aumento de 1% no consumo da energia aumenta o PIB real em 0,42%. Dado que as variáveis são cointegradas, estima-se um painel VECM (*Vector Error Correction Model*) para a realização dos testes de causalidade de Granger, cujos resultados indicam presença de causalidade unidirecional tanto no longo como no curto prazo no sentido do consumo de energia para crescimento econômico.

Fröling (2011) modela o uso da energia dentro do arcabouço da teoria de crescimento de longo prazo a fim de explicar a transição entre os regimes de crescimento no mundo. A partir de dados anuais para o período compreendido entre 1800 e 1970, a autora acrescenta energia como insumo, combinada com trabalho, terra e conhecimento na produção do bem final. As funções de produção de energia, por sua vez, dependem diretamente do trabalho, com o estoque de capital mantido fixo. Esta hipótese, no entanto, parece ser inapropriada diante de uma análise de longo prazo, período no qual todos os insumos são considerados variáveis, dada a possibilidade de ajuste dos fatores de produção de acordo com as necessidades e a busca por lucro.

As conclusões de Fröling (2011) sobre as contribuições relativas dos fatores para o PIB mostram que o uso da energia contribuiu essencialmente, mesmo que a produtividade total dos fatores tenha sido relativamente mais importante. A maior inovação do trabalho advém da tecnologia da produção que faz parte de modelo, com diferenciações entre o progresso tecnológico no setor de bens finais e a eficiência da conversão do setor energético.

Liddle (2013) buscou analisar o nexos entre o consumo de eletricidade/energia e crescimento econômico para painéis divididos em quatro diferentes níveis de renda entre 1971 e 2007. Para tanto, foi utilizada uma função de produção Cobb-Douglas com retornos

³APEC: *Asia Pacific Economic Cooperation* ou Cooperação Econômica Ásia-Pacífico; ASEAN: *Association of Southeast Asian Nations* ou Associação de Nações do Sudeste Asiático.

constantes de escala, que relaciona energia e PIB, adicionando urbanização como um fator de mudança. As elasticidades de longo prazo foram calculadas pelo estimador AMG (*Augmented Mean Group*), robusto a variáveis não estacionárias.

As estimações mostram resultados semelhantes para a elasticidade do consumo de energia e do consumo de eletricidade, que é significativa para todos os painéis, mas existe variância em magnitude entre eles. Para o modelo de energia, surge um padrão em que a elasticidade cai em magnitude com o desenvolvimento. Também há considerável variação na elasticidade do consumo de eletricidade, no entanto, as medidas de dispersão são similares entre os níveis de renda. A maioria dos países com elasticidades insignificantes são provenientes do painel de baixa renda e a maior parte dos países com elasticidades significantes e negativas são do painel de alta renda. Os países variam consideravelmente em intensidade energética nas suas estruturas econômicas e na intensidade do uso da energia no seu uso final.

Ozturk (2010) realiza um apanhado de resultados da literatura sobre a relação entre energia e crescimento econômico e demonstra haver um grande número de estudos cujo foco é testar o papel da energia como estímulo ao crescimento econômico ou examinar a direção da causalidade entre essas duas variáveis. Segundo o autor, não existe consenso nem sobre a existência da relação e nem sobre a direção da causalidade. Esta diversidade de resultados deve-se principalmente à base de dados, às características dos países estudados, às variáveis de controle utilizadas e às diferentes metodologias econométricas implementadas. No entanto, o autor aponta que a conclusão predominante nos estudos é de que a causalidade existe no sentido do consumo da eletricidade para o crescimento econômico.

Como reflexo do foco da literatura, todos os artigos examinados por Ozturk (2010) analisam o tópico da relação entre energia e crescimento pelo lado do consumo, ignorando a importância da oferta destes serviços. No entanto, mesmo estudos que focam na relação entre oferta de energia e crescimento econômico, tal como Dinkelman (2011) e Lipscomb *et al.* (2013), deixam de lado a importância do investimento em energia como promotor do crescimento econômico.

Dinkelman (2011) utiliza dados anuais da África do Sul para estimar o impacto da eletrificação no crescimento do emprego por meio da análise da implementação de eletricidade em localidades rurais no período de 1996 a 2006. Regride-se o emprego sobre uma variável que indica se a comunidade recebeu um projeto de eletricidade no ano t e sobre outras variáveis de controle, tal como tendência, densidade de famílias na comunidade, distância das linhas de distribuição das cidades, fração de famílias vivendo abaixo da linha de

pobreza e outras. Para contornar problemas de identificação, instrumentou-se a localização do programa usando um gradiente médio da terra da comunidade.

No resultado das estimações do primeiro estágio, o coeficiente do gradiente indica que para um aumento de dois desvios padrões (cerca de 10 graus), a probabilidade de receber um projeto diminui em 8%. O aumento de $\frac{3}{4}$ no desvio padrão da distância da rede reduz a probabilidade de eletrificação em 1%, e $\frac{1}{3}$ do aumento do desvio padrão na densidade de famílias por km² aumenta a probabilidade em 1,3%. A taxa de pobreza da comunidade e a participação das mulheres têm coeficientes positivos em todas as especificações, sugerindo que os projetos direcionam-se a áreas mais pobres. Por fim, os efeitos da eletrificação no emprego mostram que o emprego cresce em locais que ganham acesso à eletricidade. Grandes aumentos no uso da eletricidade aumentam em 9,5% a taxa de emprego de mulheres.

Neste mesmo sentido, Lipscomb *et al.* (2013) buscam examinar o efeito da eletrificação no desenvolvimento brasileiro entre as décadas de 1960 a 2000, a nível municipal. Para tanto, utilizam a abordagem de variáveis instrumentais, na qual a equação estrutural relaciona o desenvolvimento do município com a provisão de eletricidade. A provisão de eletricidade é instrumentada pela proporção de pontos de rede em um município que se prevê que seja eletrificado. Uma vez que os dados são agregados e o número de redes não é o mesmo em cada município, foram rodadas regressões ponderadas usando a área do município como peso.

Os resultados do primeiro estágio mostram correlação forte e estatisticamente significativa entre a provisão de eletricidade modelada e a atual, mesmo controlando-se por efeitos fixos anuais, municipais e por tendências temporais da região amazônica. Os resultados do segundo estágio dividem-se em duas medidas de desenvolvimento municipal: o valor médio do parque habitacional e um índice de desenvolvimento humano.

Para todas as especificações de MQO e VI, o efeito da eletrificação em mudanças subsequentes no valor médio das casas é grande, positivo e estatisticamente significativo ao nível de 1%. Na regressão MQO sem efeitos fixos, o aumento de 10% na eletrificação associa-se a um aumento de 502 reais no valor médio das casas. A inserção de efeitos fixos municipais reduz a magnitude desse efeito para 133 reais, e controlando por tendências Amazônicas variantes no tempo, reduz-se o efeito a 80 reais. As estimações com variáveis instrumentais usando o instrumento simulado são maiores que as correspondentes estimações por MQO, e tão significantes quanto.

A estimação do efeito da eletricidade no índice de desenvolvimento humano é também positiva. Na regressão MQO com variação *cross-section*, a eletrificação é associada a um

aumento de 3,6% no índice de desenvolvimento humano. Com adição de efeitos fixos e tendências amazônicas, a magnitude reduz-se a um aumento de 0,6% a 0,9%, não significativa. Já estimação por variáveis instrumentais, com efeitos fixos e tendências amazônicas, sugere que se determinado município passa de não eletrificado para totalmente eletrificado, há um aumento do IDH em 9-11% (a um nível de significância de 5%).

Também foram rodadas regressões que desagregaram os componentes do IDH, expectativa de vida, educação e renda, fazendo deles a variável dependente. Todas as regressões controlam efeitos fixos e tendências amazônicas. Os ganhos de desenvolvimento concentram-se na educação e na renda, e não na saúde (em cujo efeito é insignificante e próximo de zero). Ademais, os resultados mostram que a eletrificação tende a aumentar tanto o emprego formal, como também a população economicamente ativa. Especialmente, um município que vai de zero a total eletrificação experimenta um aumento de 17-18% na probabilidade de emprego. As melhoras no emprego, por sua vez, podem ser relacionadas a melhores resultados educacionais, uma vez que as conclusões mostram que se um município não eletrificado torna-se eletrificado, diminui-se a taxa de analfabetismo em 8% e há um aumento de dois anos no período médio de estudo.

Como se pode observar, a literatura voltada à análise da relação entre energia e crescimento econômico voltou-se majoritariamente ao consumo, deixando de lado a importância do investimento neste setor. Mesmo os autores que investigaram a relação entre investimento em infraestrutura (tal como Ferreira, 1996; Aschauer, 1989 e outros), ou o fizeram de forma agregada ou analisaram o impacto do setor energético de forma superficial, uma vez que apenas desagregaram os investimentos em infraestrutura, deixando de lado as especificidades setoriais.

A importância da análise da relação entre crescimento econômico e energia fica ainda mais evidente para países como o Brasil, uma vez que, segundo Wolfram *et al.* (2012), a demanda energética em um país cujo crescimento volta-se majoritariamente à distribuição de renda cresce mais rápido que sua renda *per capita*. Isso porque os países em que muitas famílias estão saindo da pobreza nos últimos anos possuem elasticidade-renda da demanda por energia muito maior do que os países onde o crescimento favorece famílias na extremidade superior da distribuição. Neste sentido, as previsões de crescimento energético são de fundamental importância, já que subestimativas podem levar a carência de investimentos, com impactos negativos sobre o crescimento. Este argumento é corroborado por Liddle (2013), cujas estimações mostram que a elasticidade renda do consumo de energia cai em magnitude quanto maior o nível de desenvolvimento dos países.

Neste sentido, constatada a relevância do tema e a defasagem existente na literatura, principalmente para o caso brasileiro, destaca-se a importância do problema de pesquisa que se pretende explorar, cujo foco é a estimação da elasticidade-renda dos investimentos públicos em infraestrutura energética no Brasil durante o período de 2000 a 2012.

3. Evolução histórica, tendências recentes e características do setor energético brasileiro

3.1. Investimento em infraestrutura no Brasil

A infraestrutura disponível no Brasil foi predominantemente privada do século XIX até meados do século XX (Frischtak, 2013). A reversão dessa tendência baseou-se na crença de que a infraestrutura deveria ser provida pelo governo, em razão tanto de seus impactos sobre o crescimento, como também pela busca da universalização dos serviços essenciais. Ademais, levando-se em consideração as características deste tipo de investimento, inexistia uma alternativa privada economicamente sustentável à época no País.

No Brasil, a predominância do setor público fica evidente a partir da Era Vargas, com a criação do Conselho Nacional do Petróleo, em 1938, representando a primeira iniciativa do Estado brasileiro no sentido de regular o setor; a criação do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, em 1939, com a finalidade de proporcionar uma atuação coordenada do Estado no âmbito da produção hidrelétrica; a criação da Companhia Siderúrgica Nacional, em 1941; a criação da Companhia Vale do Rio Doce, em 1942 (portal FGV); e a da Companhia Hidroelétrica do São Francisco, em 1945. Ademais, destaca-se a ampliação de 72% da rede rodoviária brasileira entre 1937 e 1949 (Barat, 1978). Esta disposição por parte do Estado mantém-se no segundo período do governo Vargas, com a criação da Petrobras, em 1953, e com a proposição de criação da Eletrobrás pelo presidente, em 1954 (portal Eletrobrás).

A preocupação com os gargalos estruturais que prejudicavam o desenvolvimento da economia brasileira refletiu-se no Plano de Metas, levado a cabo no governo Juscelino Kubitschek. Os investimentos programados para o período de 1957 a 1961 compreendiam US\$2,3 bilhões (Baer, 1996), a serem distribuídos por cinco áreas prioritárias: energia, transportes, indústria de base, educação e alimentação, sendo que as duas primeiras absorveram 71,3% dos recursos (Ferreira e Malliagros, 1998).

O envolvimento do Estado na economia torna-se ainda maior no período da ditadura. Segundo Baer (1996), os gastos do governo (em todos os seus níveis) passaram de 17,1% do PIB, em 1947, para 22,5%, em 1973. O governo controlava a maior parte dos serviços públicos e mais de 80% da capacidade geradora de energia. Exemplo da importância do

governo como provedor dos serviços de infraestrutura foi o II PND, lançado no governo Geisel, com foco no aumento da capacidade energética e produção de bens de capital (Fonseca e Monteiro, 2007). Nesse sentido, Frischtak (2013) aponta que o auge da provisão pública ocorreu no início da década de 1980, sendo o governo o proprietário e o operador do setor de infraestrutura como um todo.

A elevada monta de investimentos realizados pelo governo Geisel e pelo governo Figueiredo – o último do período militar –, associada a um crescente descaso fiscal, provocou um aumento da dívida externa, que saiu de 18,3% do PIB em 1974 para 54,1% em 1984 (Secretaria do Tesouro Nacional, 2009). A crise financeira e fiscal dificultou o acesso aos mercados internacionais de crédito e os investimentos públicos tornaram-se vítimas dos programas de ajuste (Frischtak, 2013). Como consequência, os investimentos totais (excetuadas despesas financeiras) das empresas estatais reduziram-se de 4,5% do PIB, em 1980, para 3,1% do PIB, em 1985 (Werneck, 1987).

Conforme evidenciado pela tabela 1, em razão da predominância do setor público nos gastos com infraestrutura, o investimento total no setor em 1990 representou apenas 42% do investimento realizado na década de 1970. No caso do setor de energia elétrica, essa proporção foi de 35%.

Investimento em infraestrutura no Brasil (%PIB)*				
	1971-1980	1981-1989	1990-2000	2001-2010
Total (% PIB)	5.42	3.62	2.29	2.19
Eletricidade	2.13	1.47	0.76	0.67
Telecomunicações	0.8	0.43	0.73	0.64
Transportes	2.03	1.48	0.63	0.64
Água e saneamento	0.46	0.24	0.15	0.19

*Média das décadas de 1970 a 2000.

Tabela 1 – Investimento em infraestrutura no Brasil

Fonte: Bielchowsky (2002) e Frischtak (2012)

Tornou-se crescente a percepção de que a contribuição do governo como provedor e operador dos serviços de infraestrutura era insuficiente. Isso fez com que a privatização e a regulação dessas atividades reestabelecesse posição dominante a partir da década de 1990, de que é reflexo a promulgação da Lei das Concessões em 1995.

Como resultado dessa mudança de paradigma, o consequente avanço das privatizações e o ajuste fiscal iniciado, Montes e Reis (2011) apontam que a taxa de investimento público em infraestrutura foi baixa e decrescente no período pós Plano Real (Gráfico 1). A queda dos

gastos públicos em comunicação foi compensada por gastos privados, fazendo com que a formação bruta de capital fixo total do setor passe de 0,53% do PIB, em 1995, para 1,07%, em 2000 (Bielshowsky, 2002).

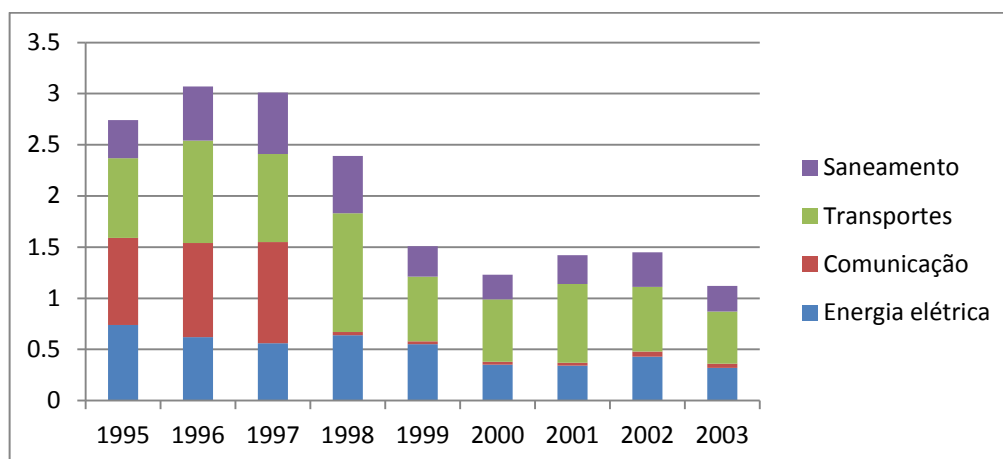


Gráfico 1 – FBCF do setor público por setor de infraestrutura: 1995 a 2003 (% PIB)

Fonte: Afonso, Araújo e Biasoto (2005)

Apesar do aumento nos investimentos em infraestrutura, de cerca de 0,5% do PIB a partir de 2008 (Gráfico 2) – em razão dos esforços governamentais que têm como expoente o Programa de Aceleração do Crescimento –, os valores observados atualmente ainda se encontram em patamares bastante inferiores àqueles observados na década de 1970.

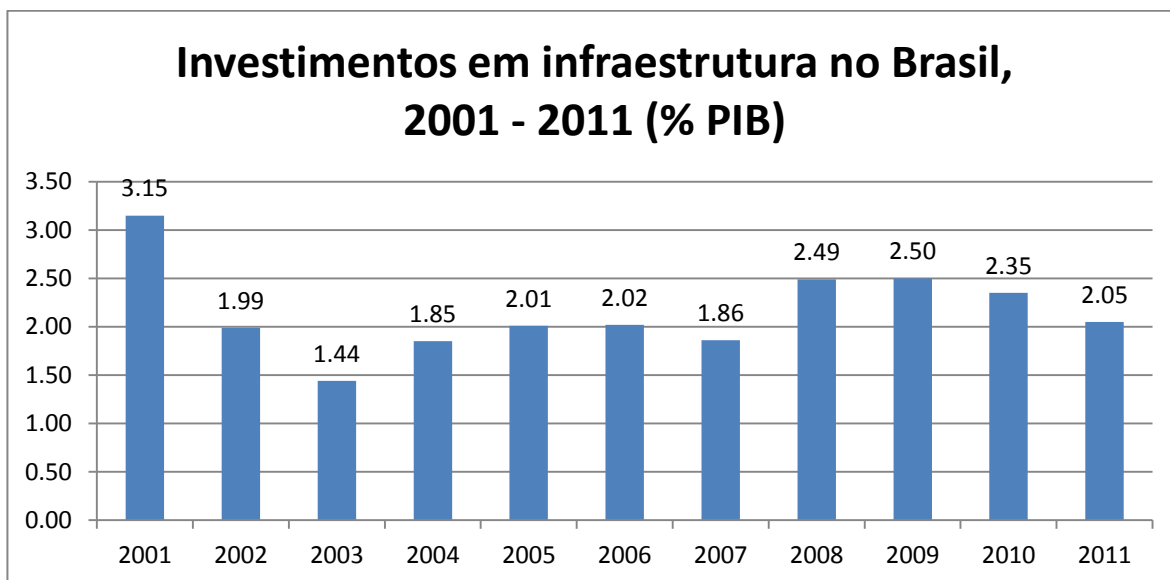


Gráfico 2 – Investimentos em infraestrutura no Brasil – 2001 a 2011 (% PIB)⁴

Fonte: Frischtak (2012)

⁴ Segundo Frischtak (2013), em 2001, os gastos elevados se explicam por causa da antecipação das metas de telecomunicações – cuja participação aumenta em 2003 (Gráfico 3) – atingindo, em 2003, seu ponto mais baixo em função do forte ajuste fiscal no ano.

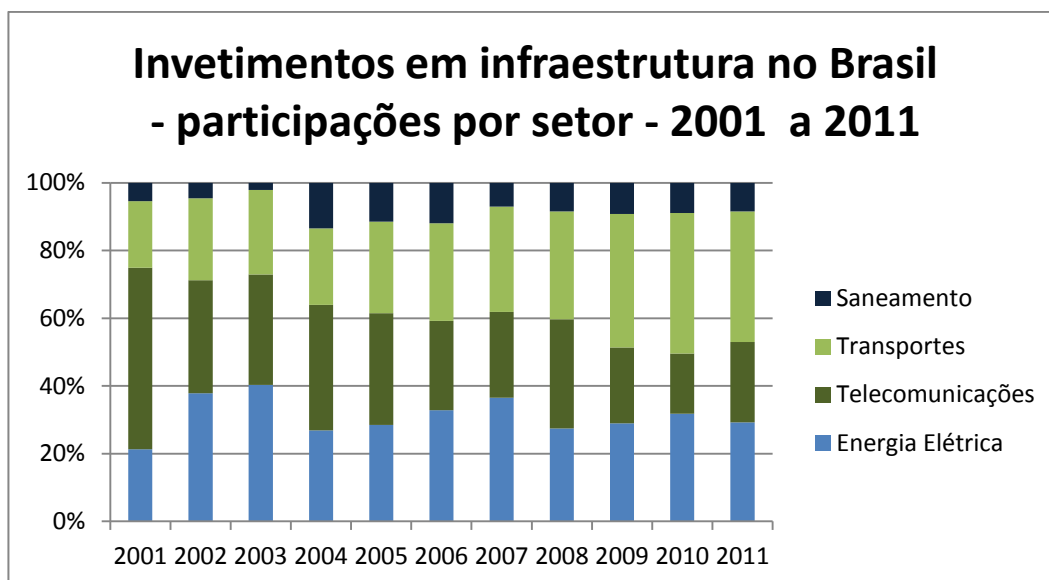


Gráfico 3 – Investimentos em infraestrutura no Brasil (% PIB) – participações por setor – 2001 a 2011
Fonte: Frischtak (2012)

Segundo Frischtak (2013), o fato de o País estar subinvestindo em infraestrutura há pelo menos duas décadas – sem perspectivas de reversão dessa tendência – transparece em indicadores relevantes da necessidade de avanços no setor, a fim de que o País alcance a fronteira de melhores práticas e resultados.

Exemplo da defasagem brasileira a que Frischtak (2013) se refere é o resultado do País no *Relatório de Competitividade Global* (2013)⁵. Entre os 12 pilares de competitividade definidos pelo Fórum Econômico Mundial, figura a infraestrutura, apresentada como crítica para o funcionamento efetivo da economia, como um importante fator na determinação da localização da atividade econômica e do tipo de atividades ou setores que se desenvolvem dentro de um país. Mais ainda: o aludido Relatório afirma que os países dependem de suprimento de eletricidade, livre de interrupções e quedas, de forma que o setor produtivo possa operar sem impedimentos.

Nesse sentido, a infraestrutura aparece entre os requisitos básicos componentes do Índice de Competitividade Global calculado pela instituição, fator no qual o Brasil obteve pontuação quatro (de um máximo de sete), atingindo a posição 71 entre 148 países. A qualidade da infraestrutura tem resultado ainda pior, com pontuação 3.4, levando o País ao 114º lugar neste quesito. Especificamente para a qualidade do suprimento de eletricidade, a pontuação foi de 4.8, atingindo a 76ª posição. Esta deficiência tem efeitos práticos

⁵ Disponível em: <http://www.weforum.org/issues/global-competitiveness>.

desfavoráveis, refletindo-se no fato de que a inadequada oferta de infraestrutura seja apontada como fator problemático principal para a realização de negócios no País.

Particularmente para o setor energético, cabe destacar o índice de perdas na transmissão e distribuição de energia elétrica, calculado pelo Banco Mundial⁶. Ordenando os países em ordem crescente de perdas em relação ao PIB, o Brasil aparece na 99ª posição, entre 134 países para os quais há dados no ano de 2011. Neste ano, o Brasil apresentou percentual de perdas igual a 16,45%, enquanto a média mundial foi de 8,10% e a dos países de alta renda de 6,19%, figurando atrás inclusive dos países latino-americanos e caribenhos, cuja média foi de 14,91%.

3.2.Evolução histórica do setor energético

O mapeamento das estruturas de oferta, consumo, gestão e controle do setor energético brasileiro demanda o estudo mais aprofundado da tendência recente dos investimentos em infraestrutura, de sua importância e do papel desempenhado pelo setor público nestes investimentos. A evolução histórica nos permite detectar os entraves ao investimento no setor, de maneira que se identifiquem os gargalos hoje existentes e formas de superá-los.

3.2.1. O papel do setor público

O ambiente institucional em que as empresas operam é determinante na sua atuação. A apreensão relativamente ao processo regulatório deve considerar questões institucionais, uma vez que o aprimoramento desse ambiente propiciaria a criação de incentivos ao investimento. North (1990) define instituições como “regras do jogo de uma sociedade, que estruturam incentivos nas relações dos agentes”. Nesse sentido, a maior participação do setor privado na área de infraestrutura demanda do Estado um diferente tipo de ativismo, orientado à elaboração de leis e regras que pautem o comportamento dos investidores. Segundo Frischtak (2008), o Estado regulador é um imperativo da expansão do investimento privado em infraestrutura, em razão das características desse tipo de investimento. Para Ferreira e Azzonni (2011), devido às especificidades e características setoriais, ao contrário de eliminar o papel do setor público, as reformas devem aumentá-lo.

Os investimentos em infraestrutura energética são de grande magnitude, longos prazos de maturação, intensivos em capital e geralmente irreversíveis, gerando maior chance de descasamento entre ativos e passivos. Todos esses elementos, somados à dimensão regulatória

⁶ Disponível em: < <http://data.worldbank.org/indicador/EG.ELC.LOSS.ZS>>.

e contratual, aumentam o grau de incerteza, afastando o interesse dos investidores privados. Nesse sentido, torna-se imprescindível a existência de um ambiente institucional e macroeconômico favorável (Ferreira, 1996; Frischtak, 2008 e 2013; Ferreira e Azzoni, 2011; IPEA, 2012).

A fim de obter um nível ótimo de investimento no setor, o Estado deve atuar em três dimensões principais: (i) realização de investimentos públicos, em razão das externalidades positivas associadas; (ii) transparência, clareza e credibilidade das informações; e (iii) estabelecimento de marcos legais e regulatórios que incentivem a atividade privada no setor (Frischtak, 2008 e Ferreira e Azzoni, 2011).

De acordo com IPEA (2012), o modelo de ação estatal para a sustentação do investimento em infraestrutura deve contemplar: (i) o planejamento, definindo as necessidades de investimento em longo prazo; (ii) a coordenação, integrando o planejamento estratégico à gestão pública por meio da mobilização de investimentos e organizações governamentais; (iii) o financiamento; (iv) o investimento; e (v) a regulação.

No caso do setor energético – e mais especificamente no setor elétrico –, em razão de seus extensos prazos de amortização, os investimentos necessitam de um sistema de planejamento, programação, operação e regulação altamente sofisticado, o que faz com que o papel do Estado seja crucial na viabilização dos investimentos privados (IPEA, 2012).

Cumprido ao Estado considerar as vantagens e os custos de cada opção tecnológica do setor, de forma a construir um sistema eficiente e seguro. Mais do que efetividade e clareza, o arcabouço institucional deve ser flexível e detentor de uma capacidade de pronta resposta a crises e eventos inesperados, assim como a novas oportunidades de expansão do parque energético (Ferreira, 1996; IPEA, 2012; Frischtak, 2013).

É em razão da deficiência na construção do marco regulatório que diversos autores (tais como Leite, 2007; IPEA, 2010 e 2012; Ferreira e Azzoni, 2011; Montes e Reis, 2011 e outros) explicam o esvaziamento do planejamento estratégico estatal, a retração dos investimentos públicos e a insuficiência dos investimentos privados, que não permitiram a superação dos principais gargalos de infraestrutura do País, incluso aí o setor energético.

3.2.2. Construção do novo marco regulatório: da década de 1990 à atualidade

O final da década de 1980 e o início da década seguinte foram marcados por crises de abastecimento, inadimplência por parte de concessionárias públicas, ineficiência e incapacidade do Estado em sustentar os investimentos públicos (IPEA, 2012). Assim, o

potencial do sistema, então consolidado em grandes empresas estatais de infraestrutura econômica, havia, de certa forma, se esgotado no meio da década de 1980 (Leite, 2007). As concessionárias não reuniam condições econômico-financeiras que lhes permitissem a expansão necessária do sistema para o suprimento adequado do consumo de eletricidade.

Acompanhando a tendência mundial, optou-se por transferir à iniciativa privada a responsabilidade sobre os investimentos e sobre a operação do setor. Segundo Leite (2007), o processo de mudança teve início com a promulgação da Constituição Federal de 1988. A partir de então, toda concessão de serviço público passou a ser objeto de licitação pública aberta (art. 175 da CF). As reformas se desenvolveram de forma distinta no domínio da energia elétrica e do petróleo e gás natural.

Segundo IPEA (2012), a reforma do setor elétrico foi, de fato, iniciada em 1993, com o advento da Lei nº 8.631, que determinou o fim da tarifa única de energia elétrica, além de tornar obrigatória a assinatura de contratos de suprimento de energia entre geradores e distribuidores. O fim da tarifa única, no entanto, propiciou o aumento da presença de tributos cumulativos, ampliando a carga fiscal no setor (Leite, 2007). Ainda em 1993, foi autorizada a formação de consórcios de geração de eletricidade entre concessionárias e autoprodutores (Decreto nº 915, de 1993).

O processo de revisão constitucional, iniciado em 1993 e intensificado a partir de 1995, com a eleição de Fernando Henrique Cardoso, fundamentou-se em três objetivos principais (*apud* Leite, 2007): retirada do Estado de atividades empresariais, supressão de restrições ao capital estrangeiro e estabelecimento de mercados competitivos em áreas antes ocupadas por monopólios estatais.

No mesmo ano, foi promulgada a Lei das Concessões (Lei nº 8.987/1995), que dispõe sobre o regime de concessão e permissão de serviços públicos, previsto na Constituição. Também em 1995, com a Lei nº 9.074, criou-se a figura do Produtor Independente⁷ e o conceito de Consumidor Livre⁸.

Apesar do início da reforma, ainda estava pendente a existência de um novo marco regulatório para o setor. Segundo Esposito (2011), não houve o amadurecimento prévio da institucionalidade, gerando a elevação dos preços e a falta de suprimento em função da queda nos investimentos, resultando na crise de abastecimento de 2001. De acordo com a Câmara de

⁷ A figura do produtor independente de energia elétrica abre oportunidades de venda de energia provenientes de instalação de cogeração.

⁸ Grandes empresas, responsáveis por grande parte da demanda de energia no sistema, com liberdade para adquiri-la de qualquer fornecedor habilitado no mercado. Os consumidores cativos, por sua vez, só podem comprar energia do concessionário a cuja rede esteja conectado.

Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2011), foi apenas entre 1996 e 1998 que se implantou o Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro, que definiu o Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico (NMISE), coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME).

Segundo Leite (2007), a reforma baseou-se nos sistemas vigentes em países desenvolvidos, essencialmente térmicos, nos quais a otimização operacional é feita em função da demanda física de energia e da capacidade atual de geração, com visão de curto prazo. Isso possibilita que as usinas sejam escalonadas segundo seus custos. Nos sistemas hidráulicos, ao contrário, a otimização operacional deve se basear no longo prazo, uma vez que se vincula ao afluxo dos reservatórios. A possibilidade de despacho por usinas térmicas complementares prescinde de unidades operacionalmente flexíveis, o que restringe a escolha de projetos.

Uma das alterações fundamentais introduzidas pelo NMISE foi a desverticalização das empresas integradas, segregando as atividades relacionadas à geração, transmissão e distribuição, com vistas a introduzir a competição, permitindo a participação de empresas distintas em diferentes atividades de uma mesma cadeia (Leite, 2007; IPEA, 2010 e 2012).

Os novos contratos de compra e venda de energia, como também sua contabilização e liquidação financeira, deveriam ocorrer no âmbito do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE). Paralelamente, criou-se a figura do Operador Nacional do Sistema, com o objetivo de promover a otimização da operação do sistema elétrico e, em especial, a regulação da capacidade de geração das usinas, acionando as térmicas quando necessário. A introdução do ONS distribui o risco hidrológico de maneira mais igualitária no sistema, inibindo a adoção de estratégias oportunistas (IPEA, 2010 e 2012).

Em 1996, foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), autarquia vinculada ao MME, encarregada da regulação e fiscalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica. Coube à ANEEL, a partir de então, conduzir as licitações de aproveitamentos hidrelétricos e de linhas de transmissão, processo pelo qual a agência fixava o lance mínimo do pagamento pela concessão, e a proposta vencedora seria a que oferece maior pagamento (Leite, 2007; IPEA, 2012).

A reforma também introduziu no contexto institucional brasileiro o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e o Comitê Coordenador do Planejamento e da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE). O CNPE, criado em 1997, engloba diferentes setores da sociedade com vistas à realização de debates acerca da operação e expansão do parque energético nacional. O CCPE, criado pela Portaria nº 150, de maio de 1999, do MME, tem como função principal a realização de planejamento de médio e longo prazo para o setor. No

entanto, o IPEA (2012) aponta que o Comitê só passa a exercer sua função em 2004, quando é rebatizado como Empresa de Pesquisa Energética.

Montes e Reis (2011) afirmam que a proposta de privatização do setor elétrico adotou uma estratégia gradualista. Priorizou-se a venda do segmento de distribuição, pois seria difícil atrair investidores para o segmento de geração caso não houvesse a perspectiva de um mercado atacadista privado de energia. Neste setor, o programa é considerado bem sucedido. Já no final de 1997, as maiores e principais distribuidoras haviam sido privatizadas. Há um aumento da eficiência em termos de produtividade do emprego e menores perdas técnicas (Tankha, 2009). O aumento da eficiência é refletido na queda do FEC – Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, que mede a quantidade de vezes que faltou energia. Conforme evidenciado no Gráfico 4, o indicador teve queda contínua entre 2000 e 2012, saindo de 14.82, em 2000 para 11.11, em 2012, uma redução de 75% em 13 anos. Ademais, Constantino (2012) aponta que o Índice de Satisfação com a Qualidade Percebida (ISQP) pelos consumidores passou de 66,2%, em 1999, para 79,9%, em 2009, de acordo com pesquisa encomendada pela Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (Abradee).

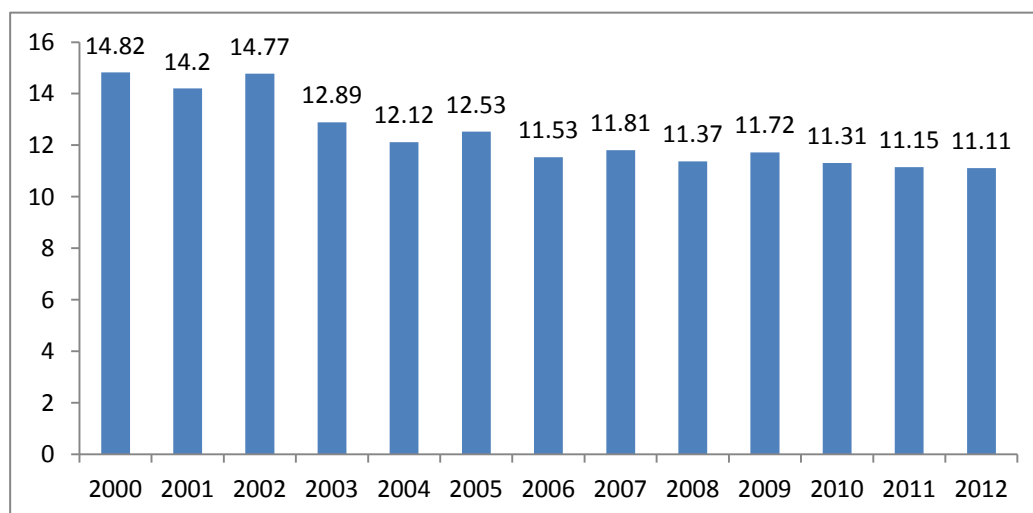


Gráfico 4: Frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora

Fonte: ANEEL

Logo em seguida, o governo deu início à inclusão das companhias de geração da Eletrobrás no programa de privatização, reduzindo os investimentos e rescindindo contratos de concessão que essas companhias tinham para desenvolver novos parques geradores. A Administração aplicou as receitas crescentes das geradoras e transmissoras para pagar seus

débitos, a fim de melhorar os balanços e atrair investidores, levando ao esgotamento das reservas (Tankha, 2009; IPEA, 2010 e 2012).

Quando o governo preparava-se para a nova etapa do programa de privatizações, a âncora cambial foi abandonada, levando a uma forte desvalorização da moeda nacional e, conseqüentemente, a perdas significativas por parte das distribuidoras, em razão do alto nível de seu endividamento em moeda estrangeira. O ambiente macroeconômico desfavorável levou à estagnação do programa, por um lado, devido à perda de interesse por parte dos investidores e, por outro, à solidificação da oposição. De fato, em 2000, a maior parte da geração de energia elétrica (cerca de 65%) ainda permaneceu nas mãos do setor público (Montes e Reis, 2011).

Tankha (2009) destaca que a estagnação do programa deve-se também ao contexto macroeconômico no qual a privatização do setor elétrico ocorre, com a realização do Plano Real e a preocupação com a estabilidade e redução dos gastos públicos. A privatização serviria para garantir a estabilização de várias maneiras. O influxo de moeda estrangeira atraído pelas firmas de infraestrutura aumentaria o valor do Real frente ao dólar, contribuindo para a estabilidade monetária, que, por sua vez, reforçaria a confiança dos investidores, elevando os preços das privatizações. Em segundo lugar, a privatização proveria fundos imediatos para o pagamento de parte da dívida pública. Por último, removeria a responsabilidade do investimento nesses setores, diminuindo a necessidade de financiamento por parte do setor público.

Apesar de o investimento ter aumentado entre 1995 e 1998, saindo de 0,47% (1995) para 0,89% (1998), em 1999 há uma redução para 0,77 e, em 2000, este percentual já se encontrava abaixo do nível pré-reforma em 1993-1994 (Gráfico 5). O investimento privado era limitado parcialmente, porque os recursos estavam sendo destinados à compra de ativos existentes, e não à criação de novos (Tankha, 2009).

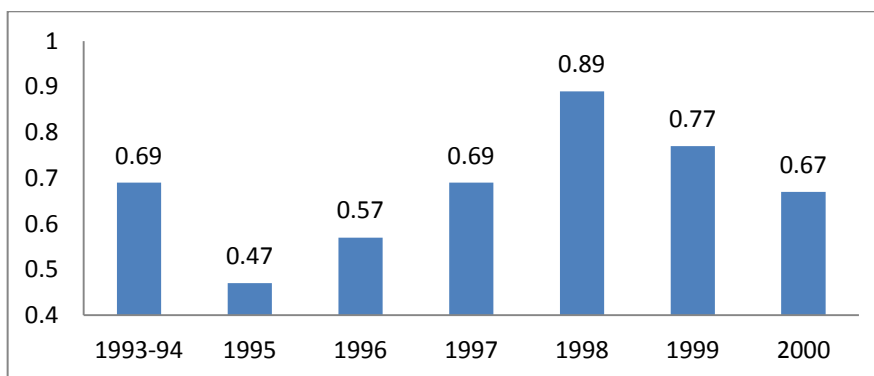


Gráfico 5: Formação Bruta de Capital Fixo – Energia Elétrica (% PIB)
Fonte: Bielchowsky (2002)

Mais ainda: várias distorções derivadas da política de estabilização estavam aparecendo na dinâmica financeira do setor energético. A necessidade de aumentar as tarifas em decorrência das perdas financeiras sofridas com a desvalorização cambial trazia *trade-offs* importantes, uma vez que a eletricidade é um insumo básico na maior parte das atividades econômicas; a administração não podia aumentar as tarifas além de certo ponto sem criar pressões inflacionárias, combatendo o objetivo de suas políticas econômicas. Dada a necessidade imediata de permitir aos investidores altos retornos e, ao mesmo tempo, não permitir que as tarifas crescessem ainda mais, o governo estreitou as margens de receita das geradoras e transmissoras, aproveitando-se do fato de que estas ainda eram estatais, em sua maioria, e os custos de capital já haviam sido amortizados (Tankha, 2009).

Novos investimentos em geração de capacidade, no entanto, requereriam níveis muito maiores de remuneração e resultariam em um preço ainda maior de venda da eletricidade. Os esforços governamentais de controle das taxas de eletricidade aumentaram as percepções de risco, traduzindo-se em menores níveis de investimentos privados (Tankha, 2009; Montes e Reis, 2011).

As indefinições no processo paralisaram as estatais e inibiram o setor privado de investir em novos ativos (Esposito, 2011). A estagnação do programa e o investimento público evoluindo em direção oposta à demanda levaram à perda de confiança no sistema. Enquanto o crescimento médio anual do consumo de energia elétrica foi de 4,8% entre 1996 e 2000, o investimento público apresentou decrescimento médio de -0,12% a.a. no mesmo período⁹. Como resultado, já no fim de 1999, os principais reservatórios das Regiões Sudeste e Centro-Oeste estavam com 19,7% de sua capacidade, esvaziando de forma significativa (Leite, 2007). Havia amplas indicações da iminência da crise, inclusive alertada pelo BNDES (1996), que indicou que o Brasil enfrentaria grande risco de racionamento depois de 2000.

Em maio de 2001, depois de uma seca, o ONS alertou que as reservas hidroelétricas, na maior parte do País, estavam praticamente esgotadas. Assim, FHC foi forçado a declarar racionamento energético emergencial, determinando cortes diferenciados no consumo de energia elétrica conforme o grupo de consumidores, dentre outras medidas implementadas com objetivo de redução da demanda. A interconexão dos submercados, realizada em 1996, tornou o sistema muito vulnerável aos períodos de estiagem, e deu dimensão nacional ao racionamento (IPEA, 2010). A redução no consumo foi de 7,9% no ano de 2001 se

⁹ Fonte: SEE/EPE para consumo e Afonso Araújo e Biasoto (2005) para investimento.

comparado com 2000. A crise expôs as deficiências do modelo e de sua implementação e demonstrou que a reforma subestimou as dificuldades envolvidas (Ferreira e Azzonni, 2011).

Segundo Tankha (2009), o racionamento durou 10 meses e custou à indústria pelo menos US\$5 bilhões em perda de receitas. O autor afirma, ainda, que estimações da perda no PIB em razão do racionamento variam entre 1,5% e 2%, o que indica uma perda de cerca de US\$10 bilhões à economia brasileira.

Para Montes e Reis (2011), o novo modelo evidenciou a dificuldade do investidor privado em assumir completamente os riscos e recursos necessários para a expansão da capacidade do parque energético brasileiro. Neste sentido, o Estado deveria ser mais do que regulador e investidor minoritário, de modo a atenuar os riscos e possibilitar o aporte dos recursos necessários.

Leite (2007) afirma que, ao contrário do que aconteceu com o setor de energia elétrica, no domínio do petróleo as mudanças institucionais promovidas pelo governo FHC não afetaram a essência do monopólio exercido pela Petrobras, mas criaram uma crise de identidade: ora empresa estatal exercendo missão pública de interesse nacional, ora grande empresa de petróleo em competição com multinacionais, inclusive no campo da distribuição, aqui e no exterior.

O governo de Luís Inácio Lula da Silva é marcado por outra reforma do setor energético. O processo de privatizações não solucionou os baixos níveis de investimento em infraestrutura, fazendo com que o planejamento governamental ressurgisse no setor (Montes e Reis, 2011; Frischtak, 2013). Há uma inversão da diretriz de privatização parcial na área do petróleo, com um fortalecimento da Petrobras e a continuidade dos esforços na exploração de petróleo. No setor elétrico, configuraram as seguintes convicções: a possibilidade de assegurar a modicidade tarifária por vias institucionais, a confiança na eficácia da ação do Estado mediante empresas públicas, a desconfiança no comportamento das empresas privadas e a necessidade de planejamento estratégico de longo prazo por parte do governo para assegurar o suprimento de energia elétrica.

Essa tendência é confirmada pelo discurso de posse da então Ministra de Minas e Energia, Dilma Rousseff, em que se afirmou a necessidade de recuperar as funções de planejamento do Estado e sua capacidade de formular a política energética para o País, reduzindo poderes das agências reguladoras, descontinuando o programa de privatização e desverticalização (Leite, 2007).

IPEA (2012) aponta que o planejamento estratégico é fundamental para assegurar a normalidade socioeconômica e a previsibilidade das decisões de investimento no País, sendo essencial principalmente no setor energético, cuja produção é essencial a toda a economia.

Para responder à preocupação com o risco de racionamento, o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro baseou-se no Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico, instituído em 2002 (IPEA, 2012). As bases para a reestruturação foram definidas pela Proposta do Modelo Institucional do Setor Elétrico, por meio de resolução baixada pelo CNPE em 2003.

A inauguração do novo modelo se deu em 2004, com a promulgação das Leis nºs 10.847 e 10.848 e da edição do Decreto nº 5.163, que alteram as principais leis do setor elétrico (IPEA, 2012). Segundo Leite (2007), o retorno ao comando do Estado foi efetivado pela criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em 2004, agora responsável pelo planejamento governamental de longo prazo e pela instituição do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), com o objetivo de acompanhar o desempenho do setor e o comportamento da demanda, propondo estratégias ao CNPE, a fim de otimizar a utilização da energia, com baixos preços e amplo acesso.

A reforma do mercado deu-se pela substituição do MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que passou a definir um sistema de contratos bilaterais entre geradores e distribuidores, estabelecendo-se tarifa única de suprimento em cada submercado.

Também ocorreu a segmentação da oferta de energia dos geradores em dois conjuntos: energia velha e energia nova, com objetivo de incentivar a expansão do parque gerador, evitando que o preço da energia contratada não convirja para o custo de expansão do parque gerador (IPEA, 2010). O primeiro grupo corresponde às centrais com contratos anteriores a 2001 e o outro grupo os demais ofertantes de energia.

É com base no planejamento de expansão realizado pela EPE que o MME habilita os sítios hidrelétricos e as térmicas para participarem de leilões de energia, além de determinar a quantidade de energia que é demandada nos leilões, bem como o preço máximo que será aceito pela energia ofertada. Assim, o novo formato adotado procura minimizar os preços de suprimento de energia, sendo o principal critério de seleção de empreendimentos de geração a menor tarifa de energia oferecida (IPEA, 2010 e 2012).

Compete à ANEEL o cálculo das tarifas praticadas no setor elétrico, que se compõe dos valores investidos na geração e na construção da estrutura para a disponibilização da eletricidade aos consumidores finais, aí inclusos os custos referentes à geração, transmissão,

distribuição e comercialização, bem como os encargos e tributos relacionados ao setor (ANEEL, 2007).

O IPEA (2010) aponta que o caso dos tributos é particularmente preocupante em razão da essencialidade da eletricidade, sendo fundamental a redução da carga tributária para que a disponibilidade de energia barata configure-se como vantagem comparativa da economia brasileira. De fato, segundo o Instituto Acende Brasil, 45% da tarifa compõe-se de tributos e encargos. Do total faturado, 24% destina-se às distribuidoras e 31% às geradoras e transmissoras (PriceWaterHouseCoopers e Instituto Acende Brasil, 2010 *apud* Constantino, 2012).

Houve prosseguimento dos esforços voltados ao aumento das reservas e da produção de petróleo e gás, independentemente de choques externos e mudanças na orientação política. Leite (2007) ressalta que, desde a abertura econômica em 1995, foi significativa a presença de empresas estrangeiras na plataforma continental brasileira. Sustenta-se, assim, uma confortável relação entre reserva/produção e um aumento da importância do papel brasileiro no setor.

O lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, sintetiza a renovada disposição governamental em liderar o investimento no País, em especial em infraestrutura energética: dos R\$665,2 bilhões previstos em investimento entre 2007 e 2010, R\$294,2 bilhões (44%) se destinariam ao eixo de Energia (TCU, 2009).

De acordo com o 11º Balanço do PAC 1, divulgado pelo governo, das 705 ações monitoradas do eixo de energia, 51% haviam sido concluídas até outubro de 2010, pelo critério de quantidade, e 43% pelo critério de valor. O balanço indica, ainda, que foram realizados 15 leilões para geração de energia elétrica, totalizando 42.711MW e R\$105 bilhões; e 10 leilões de linhas de transmissão, totalizando 17.779km e R\$19,7 bilhões. No mesmo período, entraram em operação 12 novas plataformas de petróleo e gás natural, contribuindo para a produção do setor, que saltou de 1854 (em mil barris), em 2007, para 2119, em 2010. Ainda de acordo com o balanço, no que se refere a combustíveis renováveis, a produção de biodiesel foi de 5,2 bilhões de litros entre 2007 e 2010 e a de etanol foi de 100,5 bilhões de litros (fontes primárias: ANP e MAPA, respectivamente).

A segunda etapa do programa, denominada PAC 2, foi lançada ainda no governo do Presidente Lula, em março de 2010, para ser desenvolvida entre 2011 e 2014, já no governo da Presidente Dilma Rousseff. Em relação ao primeiro programa, observamos maior previsão de investimentos, que totalizam R\$955 bilhões entre 2011 e 2014, dos quais R\$461,6 bilhões (48%) destinam-se ao eixo de Energia.

De acordo com o 8º Balanço do PAC 2, em agosto de 2013, foram concluídas 53% das ações do eixo de Energia pelo critério de quantidade e 34%, de valor. O balanço destaca que o PAC 2 aumentou a capacidade do parque gerador brasileiro em 9231MW. Entre as ações de maior importância, aponta-se a entrada em operação de 20 usinas eólicas com capacidade instalada de 762MW; a entrada em operação da primeira unidade geradora (75MW) da hidrelétrica de Jirau, em Rondônia; a conclusão de 26 linhas de transmissão, totalizando 8270km de extensão; o início da perfuração de 324 poços exploratórios de petróleo; e a construção do primeiro trecho do Sistema Logístico de Etanol (206km de dutos), que interliga as duas principais regiões produtoras de cana-de-açúcar e etanol no País.

PAC 2 - Previsão preliminar de investimento (R\$ bilhões)

	2011-2014	Pós 2014	Total
PAC ÁGUA E LUZ PARA TODOS	30.6	-	30.6
LUZ PARA TODOS	5.5	-	5.5
PAC ENERGIA	461.6	626.9	1088.5
GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	113.7	22.9	136.6
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	26.6	10.8	37.4
PETRÓLEO E GÁS NATURAL	281.9	593.2	875.1
MARINHA MERCANTE	36.7	-	36.7
COMBUSTÍVEIS RENOVÁVEIS	1.0	-	1.0
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	1.1	-	1.1
PESQUISA MINERAL	0.6	-	0.6
PAC Total	955.0	631.4	1586.4

(Tabela 2: PAC 2 – Previsão preliminar de investimento – R\$ bilhões)

Os subeixos “combustíveis renováveis” e “eficiência energética” do PAC, apesar de representarem baixa participação nos investimentos, corroboram a preocupação crescente com o meio ambiente e com a sustentabilidade energética por parte do governo, que em 2002 criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), instituído pela Lei nº 10.438/2002. O objetivo do programa consiste em aumentar a participação de fontes eólicas, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas. De acordo com o portal da Eletrobrás, é o maior programa do mundo de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica. Foram implementados, até 2011, 119 empreendimentos (41 eólicas, 59 pequenas centrais hidrelétricas e 19 térmicas a biomassa), com capacidade instalada de 2649,87MW.

A maior responsabilidade com o meio ambiente reflete-se também na retomada dos incentivos ao Proálcool. Instituído em novembro de 1975, o programa nasce com o objetivo de substituir a utilização de petróleo e seus derivados, para diminuir a dependência externa e

amenizar problemas do Balanço de Pagamentos, dado que a importação de petróleo consumia cerca de 47% das divisas de nossas exportações (Natale Netto, 2007). No entanto, o barateamento do preço do petróleo em meados da década de 1980 e a conjuntura do período em questão, enfraqueceram o programa (Távora, 2011).

Como reflexo do novo paradigma, que fez com que as questões econômicas deixassem lugar à motivação ambiental, chegaram ao mercado, em 2003, os carros biocombustíveis, que representaram 88,5% dos veículos licenciados no Brasil em 2013 (ANFAVEA). Acompanhando esta tendência, em 2005, foi lançado o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, traçando metas para o uso de biodiesel na matriz energética nacional.

Outro aspecto das iniciativas mais recentes são as iniciativas de caráter social, cujo expoente é o Programa Luz para Todos, instituído pelo Decreto nº 4.873/2003 e alterado pelo Decreto nº 6.442/2008, com o intuito de prover o acesso à energia elétrica à totalidade da população rural brasileira. No âmbito no PAC 1, até outubro de 2010 foram realizadas 2.568.913 ligações. No PAC 2, foram realizadas 413.739 ligações (58% da meta do programa – 716 mil ligações).

Dentre as iniciativas de caráter social, destaca-se a Lei nº 12.783 de janeiro de 2013, promulgada com o objetivo de assegurar a continuidade, a eficiência da prestação do serviço e a modicidade tarifária. Para viabilizar a redução das tarifas, antecipou-se a renovação das concessões de geração de energia hidrelétrica, que venceriam entre 2015 e 2017, para fontes acima de 50 MW, sendo prorrogadas pelo prazo de 30 anos. Para compensar as concessionárias pela mudança no ambiente institucional, o governo federal anunciou a indenização das empresas elétricas em R\$ 20 bilhões (UOL, 1º de novembro de 2012).

O esforço de aumento dos investimentos por parte do governo reflete-se também na liderança exercida pelos bancos estatais na ampliação do crédito aos investidores em infraestrutura (IPEA, 2012). Tanto o Banco do Brasil quanto o BNDES assumiram papel crucial no financiamento e na composição societária de várias das empresas que têm participado deste esforço. Destaca-se, ainda, o aumento dos investimentos da Eletrobrás a partir de 2007: de 0,12% do PIB, este percentual passou para 0,17% em 2012.

O IPEA (2012) aponta também a recente tendência de grandes empresas do setor, que têm utilizado fontes de endividamento direto, em especial debêntures¹⁰, para compor sua estrutura de passivo de longo prazo. A modalidade apresentou crescimento de 8,2% a.a. entre

¹⁰ De acordo com a BM&FBOVESPA: debênture é um título de dívida, de médio e longo prazo, que confere a seu detentor um direito de crédito contra a companhia emissora. Definição disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br>>

2006 e 2010, sendo colocada como meio de financiamento fundamental, apesar da importância dos entes estatais para o financiamento do setor.

A reafirmação do papel do Estado brasileiro como planejador e, principalmente, como investidor (seja diretamente ou por meio de empresas estatais), torna ainda mais importante o estudo do impacto destes investimentos no crescimento brasileiro.

3.3. Características do setor energético brasileiro

3.3.1. Consumo de energia

O consumo de energia no Brasil tem apresentado tendência de crescimento, evidenciada no Gráfico 6, com crescimento médio de 3,19% ao ano, de 1990 a 2012. Neste período, apenas em 2009 há uma redução do crescimento. O consumo final de eletricidade (que corresponde a cerca de 15% do consumo final), por sua vez, apresentou crescimento médio de 3,87% a.a. no mesmo período, com dois momentos de decréscimo: 2001 e 2009. Segundo IPEA (2012), as quedas resultam respectivamente da crise de abastecimento de energia elétrica e da crise mundial.

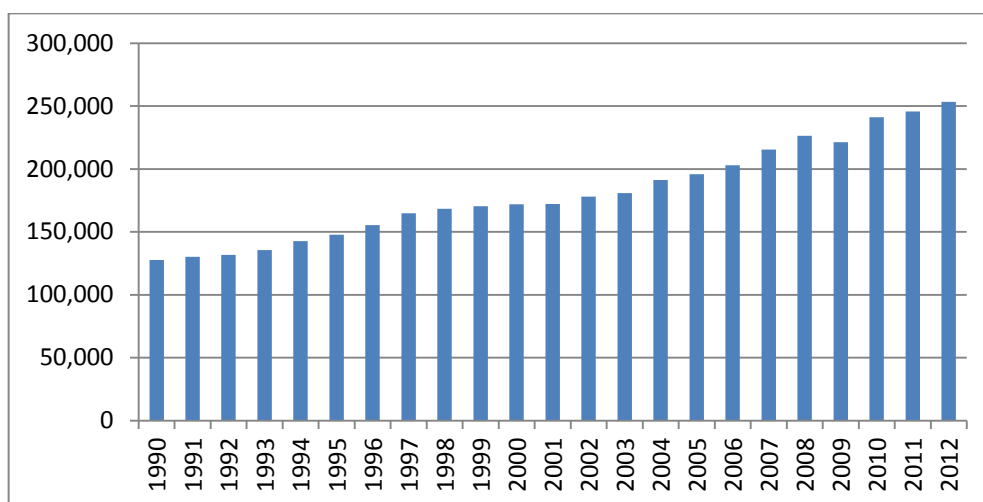


Gráfico 6: Consumo final de energia primária e secundária¹¹ entre 1990 e 2012 (em mil tep¹²)

Fonte: Balanço Energético Nacional

No primeiro momento, Leite (2007) responsabiliza o racionamento implementado em maio de 2001. Já a partir de 2009, a redução está ligada ao baixo crescimento do PIB

¹¹ A energia primária é aquela cuja fonte existe na natureza e pode gerar energia de forma direta, como o petróleo, a energia hidráulica, solar e eólica. As fontes de energia secundárias são transformadas a partir das fontes de energia primárias, a exemplo da energia elétrica e da gasolina.

¹² Tonelada equivalente de petróleo (tep): Unidade de energia. A tep é utilizada na comparação do poder calorífico de diferentes formas de energia com o petróleo. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão. (fonte: http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_fatoresdeconversao_indice.pdf)

brasileiro observado no ano, de -0,3% (IBGE, 2011). No entanto, mesmo em anos de baixo crescimento econômico, o consumo de eletricidade apresenta taxas razoáveis, indicando ser forte a inércia de grande parte deste consumo.

Como reflexo da tendência crescente, o consumo de eletricidade será 61% maior em 2020 que em 2010, atingindo 730TWh, 277 a mais, dos quais 138TWh pela indústria nacional. Para o autor, em 2017, o Brasil recuperará o nível máximo do consumo médio residencial de eletricidade alcançado anteriormente ao período do racionamento (1998): 179kWh/mês.

O maior consumidor de energia é o setor industrial, com 38% de participação no consumo final energético em 2012, seguido do setor de transportes, com 33%, como demonstra o Gráfico 7. Segundo Tolmasquim (2012), nos próximos 10 anos, a demanda total de energia do País deverá crescer 5,3% a.a, chegando a 372 milhões de tep, em 2020. A indústria e o setor de transportes continuarão a ser os principais responsáveis por esse consumo, com cerca de 67% do total.

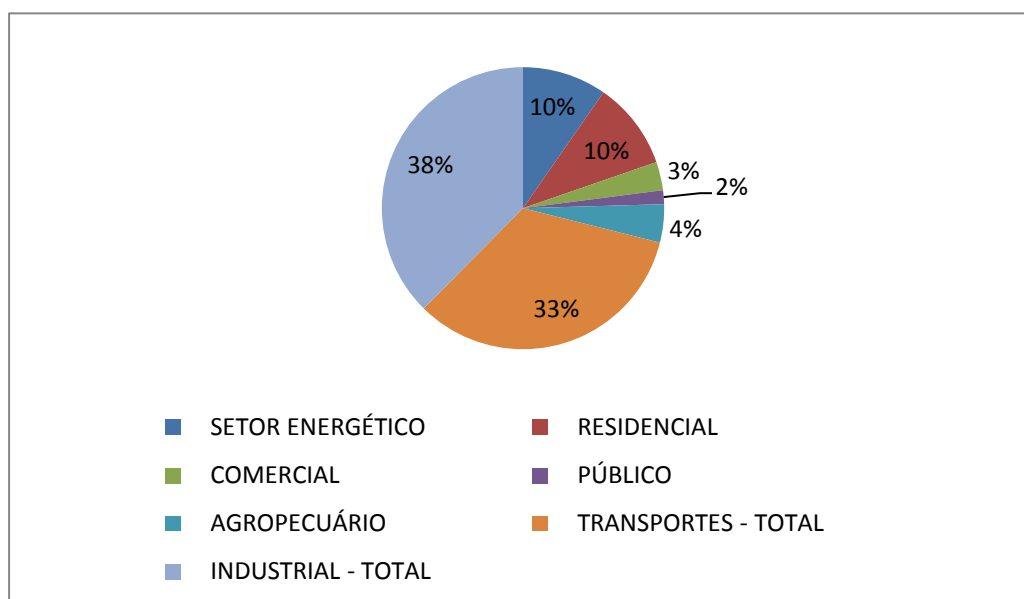


Gráfico 7: Participação no consumo final energético por setor em 2012

Fonte: Balanço Energético Nacional

Wolfram *et al.* (2012) argumentam que a relação entre crescimento econômico e consumo de energia no mundo em desenvolvimento tem sido fortemente influenciada pela extensão em que o crescimento é “pró-pobre”, isto é, pela medida em que o crescimento melhora a condição econômica daqueles que previamente viviam na pobreza. Segundo os autores, o Brasil está perfeitamente incluso nesse grupo, em razão do decréscimo da

pobreza e da desigualdade verificados em anos recentes, propiciando um ambiente em que se realiza a obtenção dos primeiros bens duráveis por famílias oriundas da extremidade inferior da distribuição de renda.

Essa tendência de aumento da demanda por energia é corroborada pela implementação do programa Luz para Todos em 2003. Como reflexo, observamos um aumento de 5,3% do consumo de eletricidade, já em 2004, e 5,6%, em 2007 – ambos os índices, em relação ao ano anterior. Nesse sentido, Wolfram *et al.* (2012) apontam a necessidade de se levar em conta a redução da pobreza e o aumento da distribuição de renda nas estimativas de demanda por energia, de modo que não haja subprevisões que impliquem escassez de investimentos.

A análise da evolução do consumo de energia elétrica por região ratifica o argumento de Wolfram *et al.* (2012). Apesar de responder por 52% do consumo de eletricidade do País no ano de 2012, a Região Sudeste tem perdido participação relativa – 54,89% em 2004 para 52,49% em 2012 - enquanto todas as demais regiões têm aumentado sua participação. A participação das Regiões Centro-Oeste e Nordeste observou um aumento de 17% e 8%, respectivamente, entre 2004 e 2012. Mais ainda: a partir de 2010, o volume de energia elétrica requerido pela Região Nordeste ultrapassou o da Região Sul, alcançando 17,13% frente a 16,82%. Este fenômeno, segundo a ANEEL (2008), deve-se ao aumento da renda, aos programas sociais e à evolução do número de domicílios atendidos em função do Programa Luz para Todos.

3.3.2. Oferta de energia

O setor energético brasileiro constituiu-se de acordo com as características ambientais do País, em que se destaca a grande quantidade de paisagens e biomas (CNI, 2012). Assim, a boa dotação de fatores naturais e as condições e decisões históricas aqui presentes permitiram significativa diversidade de suas fontes energéticas, observada no Gráfico 8.

A matriz de geração de energia elétrica no Brasil, dominada pela hidrelétrica (responsável por 76,9% da geração em 2012, segundo o Balanço Energético Nacional - EPE), apresenta vantagens e desafios. Segundo IPEA (2012), as vantagens estão associadas ao fato de a matriz ser essencialmente baseada em fontes renováveis, o que é fundamental tanto para a segurança energética de longo prazo, como também para o nível dos impactos da produção de energia sobre o meio ambiente. Outra vantagem refere-se aos menores custos operacionais associados à energia hidrelétrica (CNI, 2012).

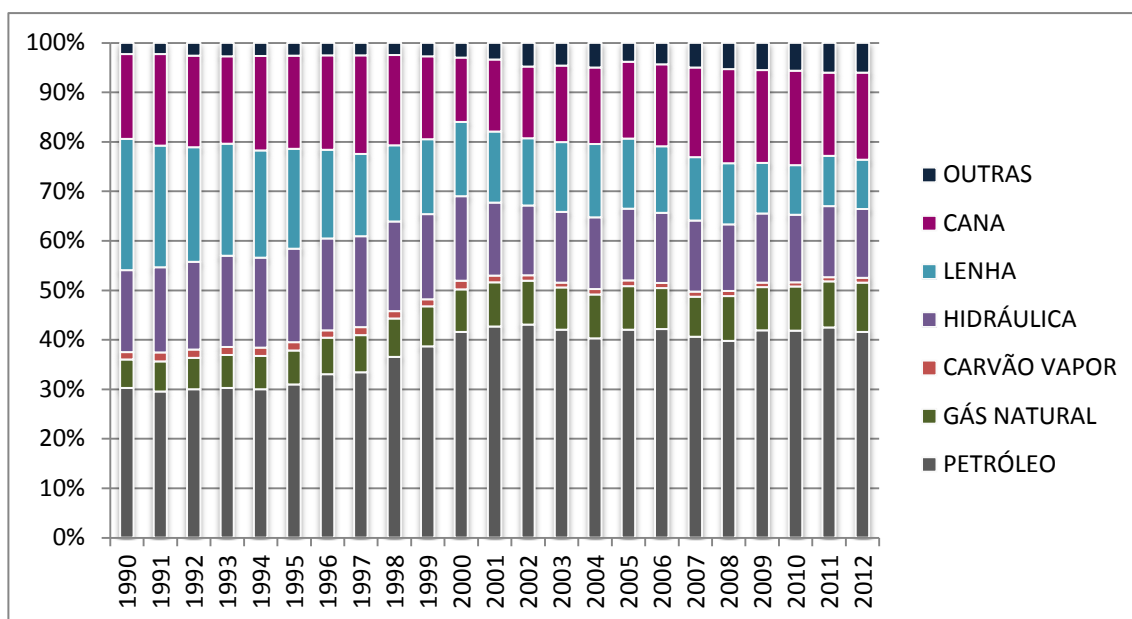


Gráfico 8: Produção de energia primária por fonte / participação relativa entre 1990 a 2012

(Fonte: Balanço Energético Nacional – EPE)

Os principais desafios englobam duas dimensões: a primeira, de natureza ambiental; a segunda, de natureza financeira. Como as principais bacias hidrográficas encontram-se na Região Norte, a extensão dos reservatórios é uma ameaça à fauna e à flora amazônicas. Este aspecto se viu refletido na polêmica gerada, por exemplo, em torno da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, que, até outubro de 2013, já acumulava um total de cinco meses de paralisações parciais ou totais de suas obras (Valor Econômico, 17 de dezembro de 2013).

No que se refere ao fator financeiro, destacam-se os longos prazos de maturação dos projetos, tanto na instalação das centrais geradoras quanto nos sistemas de transmissão. O maior prazo e a grande magnitude desses investimentos associam-se a um maior grau de incerteza, desestimulando a presença de investimentos privados. Como reflexo, a oferta de eletricidade no Brasil é dominada por empresas estatais (67%), a maior parte sob controle federal (23%) – IPEA, 2012.

Em razão das flutuações sazonais e anuais que afetam a quantidade de eletricidade que pode ser gerada pelo parque hidrelétrico com a água que chega às centrais (Energia Natural Afluente - ENA), IPEA (2010) salienta, como forma de dar confiabilidade aos suprimentos hidrelétricos, a importância dos reservatórios das hidrelétricas ao acumular energia nos períodos de ENA elevada para ser utilizada nos períodos de ENA baixa.

Complementar aos reservatórios é a construção de centrais térmicas para serem despachadas nos períodos de ENA desfavorável. O despacho complementar das térmicas justifica-se pelo fato de a energia acumulada nos reservatórios hidrelétricos ter custo de oportunidade superior ao custo do combustível. Portanto, o consumo de combustíveis reduz o custo econômico do suprimento elétrico (IPEA, 2010).

O *World Energy Outlook* (WEO), relatório anual publicado pela International Energy Agency (2013) dá destaque ao Brasil como um dos grandes exportadores de petróleo e líder mundial da produção de energia. Entre as razões apontadas, está a recente série de descobertas de petróleo, levando a produção desta fonte energética a triplicar no País, atingindo 6 milhões de barris/dia em 2035, o que corresponde a um terço do crescimento líquido da produção mundial de petróleo, o que fará do Brasil o sexto produtor mundial. No entanto, o relatório aponta que o incremento da produção de petróleo e gás natural no Brasil exigem níveis de investimento superiores aos do Oriente Médio ou da Rússia. O maior custo de exploração deve-se à aplicação de novas tecnologias e do uso de recursos não convencionais necessários para a produção em águas ultraprofundas (FGV Projetos, 2012).

Assim, é fundamental a capacidade da Petrobras de mobilizar recursos efetivamente, por meio de uma grande variedade de programas de investimento. Segundo Tolmasquim (2012), o sucesso da exploração e produção em águas profundas foi fundamental para a crescente relevância do Brasil no cenário internacional. O autor aponta que, em 2006, o País alcançou a autossuficiência e, em 2009, passou ao rol de exportadores internacionais, mesmo sem a contribuição dos campos do pré-sal, cuja expectativa de produção é extremamente promissora, ampliando o desafio do País de transformar as vantagens de sua matriz energética em real benefício para o bem-estar da sociedade.

Apesar da maior disponibilidade e utilização de combustíveis fósseis, o setor energético brasileiro continua a ter uma das menores intensidades de carbono do mundo. Isso decorre da liderança no domínio das energias renováveis. Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE 2021), da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2013), a participação das fontes renováveis passará de 44,8%, em 2010, para 46,3%, em 2020. A hidroeletricidade sofrerá uma leve queda de participação, enquanto os derivados da cana-de-açúcar (em especial o etanol) ganharão participação na matriz.

Tolmasquim (2012) aponta que merece destaque também no Brasil a energia eólica, que vem apresentando significativa redução de custo ao longo dos últimos anos: enquanto era viável a R\$300,00/MWh, em 2005, em leilões realizados em agosto e dezembro de 2011, foi comprada a um preço médio de R\$99,00 a R\$105,00/MWh. Como resultado, considerando

apenas usinas já contratadas, a capacidade instalada atingirá cerca de 8000MW, em 2016, em comparação a menos de 30MW, em 2004.

O WEO indica, ainda, que as fontes abundantes e diversificadas do Brasil sustentam um aumento de 80% de sua utilização de energia. No entanto, para satisfazer a crescente demanda interna, fazem-se necessários investimentos substanciais e no devido tempo, em todo o sistema, da ordem de US\$90 bilhões/ano, em média.

No entanto, de acordo com o 8º Balanço do PAC 2, em agosto de 2013, dos R\$ 461,6 bilhões previstos, apenas R\$ 156,9 bilhões foram efetivamente investidos em mais da metade do período compreendido pelo Programa. O reduzido número de ações concluídas reflete-se na situação crítica com que o setor tem se deparado recentemente, da qual é exemplo o apagão ocorrido em fevereiro deste ano, que afetou 7% do consumo do País (Valor Econômico, 5 de fevereiro de 2014).

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), o nível dos reservatórios das regiões Sudeste e Centro-Oeste, responsáveis por 70% da geração de energia, atingiu 34,61% em fevereiro, valor 23,9% inferior ao verificado no mesmo período em 2013 e próximo ao nível que antecedeu a crise de 2001, de 33,4%. No dia 7 de maio de 2014, o nível chegou a 38,58%, abaixo da previsão do ONS e bastante inferior ao nível observado para o mês de maio em 2013, de 62,9%. No mesmo dia, o volume de água do Sistema Cantareira (responsável pelo abastecimento de cerca de 9 milhões de habitantes da região metropolitana de São Paulo) atingiu 9,6% de sua capacidade, o menor nível desde que foi criado, na década de 1970 (G1, 7 de maio de 2014).

A falta de chuvas elevou o preço no mercado à vista e obrigou o governo a colocar as usinas térmicas em operação. O acionamento das termelétricas tem gerado problemas fiscais para o governo. Ainda em 2013, o Tesouro Nacional desembolsou R\$ 9,8 bilhões para subsidiar o uso da energia (Veja, 6 de fevereiro de 2014). Em abril deste ano foi aprovado um empréstimo de R\$ 11,2 bilhões pela CCEE para que as distribuidoras possam arcar com esses custos (O Globo, 9 de abril de 2014). O custo desse empréstimo será repassado ao consumidor. Assim, a despeito dos esforços empreendidos para a redução da tarifa de energia, os problemas no setor elétrico resultarão em aumento de gastos para os usuários de energia (O Globo, 3 de abril de 2014)

Apesar de os representantes do governo – como Secretário Executivo do Ministério de Minas e Energia, Márcio Zimmermann; e o presidente da Empresa de Pesquisa Energética, Maurício Tolmasquim - informarem que tudo se resolverá naturalmente, empresários do setor

alertam sobre a situação crítica, pedindo medidas de economia de energia (Valor Econômico, 4 de fevereiro de 2014; O Globo, 2 de abril de 2014).

Os dados corroboram o argumento das entidades setoriais. Apesar de as normas de segurança admitirem risco hidrológico de deficiência de suprimento no nível de 5% - nível já considerado baixo para alguns especialistas (Leite, 2007) - hoje a margem extra de energia está limitada a aproximadamente 2% do consumo (O Estado de São Paulo, 5 de fevereiro de 2014). A disponibilidade adicional de energia é considerada fundamental para atender a picos de consumo.

A modicidade tarifária buscada pelo governo é apontada por especialistas como um sinal errado para os consumidores, uma vez que o custo aumentou muito para o sistema. Segundo o Instituto Acende Brasil, os esforços depreendidos pelo governo para redução das tarifas levaram a perda de credibilidade e confiança no setor, colocando em risco a sustentabilidade econômico financeira das empresas reguladas (O Estado de São Paulo, 16 de fevereiro de 2014). Dentre as melhorias sugeridas, destaca-se a reversão da deterioração do ambiente de negócios, organização da expansão do sistema e corte de custos tributários. A redução da carga tributária também é enfatizada por IPEA (2010), que aponta ser fundamental para que a disponibilidade de energia barata configure-se como vantagem comparativa da economia brasileira.

O impacto da insegurança jurídica e das crescentes insatisfações fica claro com o baixo interesse do investidor privado nos empreendimentos: o leilão de transmissão de energia, realizado no dia 9 de maio de 2014 pela ANEEL, terminou com cinco dos treze lotes sem nenhuma proposta. Mesmo para os lotes arrematados, houve pouca disputa (G1, 9 de maio de 2014).

O momento de dificuldades no setor energético, e particularmente no setor elétrico, traz à tona a necessidade do estudo da atuação do governo brasileiro como investidor e planejador, sendo fundamental a mensuração do impacto dos seus investimentos em energia sobre o crescimento brasileiro.

3.4. Outras alternativas para o setor

A emergência de novas tecnologias traz novas opções para o setor energético, que devem ser consideradas especialmente em momentos de dificuldades ao investimento público e à atração de investimentos privados.

Merecem ressaltar as redes inteligentes, ou *smart grids*, que surgem com o objetivo de otimização do uso dos recursos existentes, por meio do maior volume de informações sobre

consumo, transmissão e perdas. Essas redes englobam tecnologias de controle, monitoramento, armazenamento e comunicação. Assim, permite-se o acompanhamento da evolução do uso da energia, possibilitando respostas em tempo real a qualquer alteração no sistema, inclusive diminuindo o percentual de perdas não técnicas sofridas pelas distribuidoras (Cabello, 2012).

A melhor alocação de recursos, ao reduzir o pico da demanda de carga, permite uma redução na necessidade de investimentos em expansão da capacidade de geração, transmissão e distribuição. Além disso, o sistema permite aumentar participação de fontes alternativas - como a eólica e a solar - uma vez que propicia adaptações que ajudam a superar as dificuldades de armazenamento e intermitência característicos deste tipo de fonte.

O fluxo de energia e informação gerado por estas redes permite que o consumidor final torne-se um microgerador de energia, conectando-se à rede e fornecendo energia elétrica à distribuidora quando conveniente, facilitando assim o emprego da geração distribuída, em que além da geração centralizada, vários microgeradores estão dispersos na rede elétrica (Cabello, 2012 e Cabello e Pompermayer, 2013).

A facilidade de instalação, operação e manutenção da energia fotovoltaica¹³, bem como a contínua redução dos preços dos painéis, tem feito dessa alternativa a principal para a implementação de microssistemas privados de geração de energia. O sistema permite que os investimentos iniciais sejam realizados por agentes privados, sem custos para o governo. No entanto, a tecnologia demanda incentivos públicos para sua adoção (Cabello e Pompermayer, 2013).

O incentivo público justificar-se-ia, por exemplo, pela complementaridade da energia solar fotovoltaica à energia hidrelétrica, em razão do regime de chuvas, que reduziria a demanda por esta última nos meses de maior custo de geração, diminuindo a necessidade de acionamento das térmicas pelo sistema.

Apesar de menos adequada no caso de microssistemas de geração, a energia eólica também é complementar à energia hidrelétrica. Segundo a ANEEL (2008), o maior potencial eólico na região Nordeste ocorre durante o período de menor disponibilidade hídrica. Além disso, a energia eólica constitui alternativa para diversos níveis de demanda: as pequenas centrais podem suprir localidades distantes da rede, contribuindo para a universalização do

¹³ Energia fotovoltaica é a eletricidade gerada a partir da luz solar. Os sistemas fotovoltaicos são capazes de gerar energia elétrica por meio das células fotovoltaicas, que convertem a energia dos fótons em energia dos elétrons, cujo movimento gera corrente elétrica.

atendimento; enquanto as centrais de grande porte podem aumentar a oferta de energia no Sistema Interligado Nacional, reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hídrica.

Apesar da existência de um marco institucional favorável ao desenvolvimento tecnológico e à inovação do setor elétrico¹⁴, não existe convergência entre o marco institucional e as ações do sistema de inovação. Como resultado, o número de projetos é bastante reduzido (IPEA, 2011). Assim, é necessária a construção de um arcabouço institucional que garanta a rentabilidade de investimentos futuros, induza maiores ações de pesquisa e que aborde a nova realidade enfrentada pelas concessionárias.

A grande quantidade de expectativas favoráveis em relação às novas tendências, no entanto, não deve reduzir a cautela em relação aos investimentos, em razão da incerteza dos benefícios e da carência de estudos que avaliem a relação de custo-benefício.

4. Análise empírica: metodologia e resultados

4.1. Dados

A análise empírica baseia-se no período entre janeiro de 2000 e dezembro de 2012, com dados mensais e metodologia de séries temporais. A escolha do período deve-se às alterações estruturais promovidas a partir da década de 2000, que se mantêm em sua maioria até hoje, bem como em razão da disponibilidade dos dados na periodicidade desejada.

Especificamente, o conjunto de dados de séries temporais combina as seguintes informações: Produto Interno Bruto *per capita* (PIBpc); investimentos públicos em energia (EnerInv); investimento público total (TotInv); Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF); índice de abertura ao comércio (Abertura); consumo de eletricidade (Conseletric); frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC); Índice de Preços ao Consumidor Amplo (Inflação) e a razão dívida líquida/PIB.

Para obtenção do crescimento do PIB *per capita* mensal utilizou-se uma série de PIB mensal (em R\$ milhões), obtida no portal IPEA Data, cuja fonte primária é o Boletim do Banco Central, seção “Atividade Econômica”. Os dados referentes à população mensal foram obtidos por meio do portal de Acesso à Informação, estes consistem em projeções realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cuja metodologia de estimação

¹⁴ Programa de Pesquisa e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica, que estabeleceu que as empresas concessionárias, permissionárias ou autorizadas de distribuição, transmissão e geração devem aplicar anualmente um percentual mínimo de sua receita operacional líquida no Programa. A obrigatoriedade na aplicação desses recursos está prevista em lei (Lei 9.991/2000, alterada pela Lei 11.465 de 2007 e posteriormente pela Lei 12.212/2010) e nos contratos de concessão, cabendo à ANEEL regulamentar o investimento, acompanhar a execução dos projetos e avaliar seus resultados.

encontra-se no estudo “Projeção da População do Brasil por sexo e idade: 1980 a 2050” - IBGE (2008).

Para o cálculo do índice de abertura comercial, além da série de PIB mensal acima mencionada, utilizaram-se as séries de importação e exportação mensais do Boletim FUNCEX de Comércio Exterior (em US\$ FOB milhões), trazidas para R\$ milhões por meio da série de taxa de câmbio comercial do Banco Central do Brasil (Boletim, seção Balanço de Pagamentos).

A série de FBCF¹⁵ foi obtida pelo Portal de Acesso à Informação e consiste em *proxy* mensal calculada pelo Departamento Econômico do Banco Central a partir de dados derivados da Pesquisa de Indústria Mensal do IBGE (produção de bens de capital e insumos da construção civil) e dados de importação e exportação de bens de capital da FUNCEX. A necessidade de obtê-la junto ao Portal de Acesso à Informação em periodicidade mensal deve-se ao fato de que a informação oficial é de responsabilidade do IBGE, mas esta é divulgada apenas trimestralmente, nas Contas Nacionais, não atendendo à periodicidade desejada.

O consumo mensal de energia elétrica é dado em GWh e a informação é do Boletim SIESE/Eletrobras. A razão dívida/PIB compreende a dívida total líquida do setor público e a fonte é o Boletim do Banco Central, seção Finanças Públicas. A série de dívida é a única que não compreende todo o período, apresentando informações apenas entre dezembro de 2001 e dezembro de 2012.

Os dados de investimento público em energia e de investimento público total incluem as despesas orçamentárias efetivamente pagas¹⁶. O investimento público total mensal foi obtido no portal IPEA Data, e a fonte primária é o Tesouro Nacional. Os dados de investimento público mensal em energia também são oriundos do Tesouro Nacional, mas foram obtidos por meio de solicitação à Ouvidoria do órgão. O item investimento é um dos Grupos de Natureza de Despesa e inclui despesas orçamentárias com *softwares* e com o planejamento e a execução de obras, inclusive com a aquisição de imóveis considerados necessários à realização destas últimas, e com a aquisição de instalações, equipamentos e material permanente. Este item não inclui despesas orçamentárias relacionadas à compra de bens de capital em utilização, aquisição de títulos representativos de empresas ou entidades de qualquer espécie, constituídas quando a operação não importe aumento do capital, bem como aquelas relacionadas à constituição ou expansão do capital de empresas.

¹⁵ A informação foi obtida em número índice no mês base janeiro de 1991, convertido em janeiro de 2000, para compatibilização com a base de dados.

¹⁶ Incluindo despesas para as quais não tenha sido emitida a nota de empenho, como no caso das despesas executadas pelo documento Folha de Pagamento do Siafi.

Para deflacionar as séries nominais (PIB *per capita*, investimento público em energia e investimento público total) utilizou-se o IPCA (IBGE), o período base foi janeiro de 2000.

A variável FEC, incluída para controlar a qualidade do uso de eletricidade, foi também obtida por meio do Portal de Acesso à Informação, uma vez que os dados disponíveis no portal da ANEEL não apresentam a periodicidade desejada nem compreendem todo o período de análise. No entanto, as informações enviadas pela ANEEL consistiam em um painel de dados, apresentando a frequência equivalente de interrupção por unidade consumidora (FEC) para cada concessionária/permissionária mensalmente. A agregação dos dados foi feita por meio da soma dos valores mensais de cada concessionária/permissionária ponderada pelo número de consumidores atendidos por cada uma delas¹⁷.

4.2. Modelo econométrico

A equação a ser estimada será:

$$\begin{aligned}
 (CrescPIBpc)_t &= \beta_{0t} + \beta_{1t}\left(\frac{EnerInv}{TotInv}\right) + \beta_{2t}\left(\frac{EnerInv}{TotInv}\right)^2 + \beta_{3t}\left(\frac{TotInv}{FBCF}\right) \\
 &+ \beta_{4t}\left(\frac{FBCF}{PIB}\right) + \beta_{5t}Abertura + \beta_{6t}ConsEletric + \beta_{7t}FEC \\
 &+ \beta_{8t}Dívida + \beta_{9t}Inflação + \beta_{10t}Tendência
 \end{aligned} \tag{1}$$

Antes da estimação, foram implementados testes de raiz unitária. Para este propósito, dois testes foram utilizados para cada uma das séries temporais: *Augmented Dickey Fuller* (ADF ou Dickey Fuller Aumentado) e *Dickey Fuller Generalized Least Square* (DF-GLS ou Dickey Fuller – Mínimos Quadrados Generalizados).

Para as séries ConsEletric, CrescPIBpc e Inflação, a hipótese de raiz unitária foi rejeitada para ambos os testes (pelo menos a 5% de significância). Por outro lado, para as séries EnerInv/TotInv, (EnerInv/TotInv)², TotInv/FBCF, FBCF/PIB, Abertura, FEC e Dívida, a hipótese nula de existência de raiz unitária não pôde ser rejeitada (a pelo menos 5% de significância). Assim, os testes foram realizados para estas séries em primeira diferença, e a hipótese de raiz unitária foi rejeitada para todos os testes e especificações.

A utilização de participações (EnerInv/TotInv; TotInv/PIB; FBCF/PIB) pretende evitar problemas de endogeneidade. Ademais, as participações permitem-nos avaliar a contribuição

¹⁷ A agregação foi realizada de acordo com consulta feita à ANEEL, de modo que os dados fossem compatíveis aos divulgados pela agência. Possíveis diferenças podem resultar do fato de que a informação divulgada no site da ANEEL ainda não inclui as permissionárias.

dos investimentos públicos em energia relativamente aos investimentos públicos totais, bem como o impacto dos investimentos públicos em relação ao total de investimentos no desenvolvimento económico. A parcela de investimentos públicos em energia em relação aos investimentos públicos totais ao quadrado foi incluída para verificar a existência de retornos decrescentes de escala.

A tendência foi adicionada ao modelo para eliminar o problema de regressão espúria, que ocorre quando se encontra uma relação entre duas ou mais variáveis apenas porque elas crescem ao longo do tempo.

4.3. Estimações

Foram rodados 8 modelos distintos, excluindo-se variáveis para verificar a consistência da relação entre o crescimento do PIB *per capita* e o investimento público em energia. Para que garantir que MQO seja o melhor estimador linear não viesado (BLUE - *Best Linear Unbiased Estimator*), testamos as hipóteses de homoscedasticidade e ausência de correlação serial para cada uma das regressões. Para tanto, utilizamos os testes de Breusch-Godfrey, Breusch Pagan, ARCH-LM, o teste geral de White e sua forma ajustada (que impõe restrições à regressão auxiliar).

O teste de Breusch-Pagan é designado para detectar qualquer forma linear de heteroscedasticidade. Como em sua forma padrão este teste não funciona bem na existência de formas não lineares de heteroscedasticidade e de erros não normalmente distribuídos, aplicamos o teste Geral de White – uma forma específica do teste de Breusch-Pagan - que pode ser usado nestes casos. O teste de Breusch-Godfrey testa a hipótese de ausência de correlação serial. E, por fim, o teste ARCH-LM testa a hipótese nula de que os erros não apresentam heteroscedasticidade condicional autorregressiva.

A primeira regressão inclui todas as variáveis. O teste de Breusch-Pagan rejeitou a hipótese nula de homoscedasticidade a 5% de significância, resultado corroborado pelo teste de White em sua forma ajustada, apesar de não ser corroborado pelo teste geral de White. O resultado dos testes de Breusch-Godfrey e Arch-LM apontaram para a inexistência de correlação serial e inexistência de heteroscedasticidade condicional autorregressiva nos erros. Para contornar o problema da heteroscedasticidade, o modelo foi rodado considerando-se um estimador robusto à variância.

Os resultados encontram-se na tabela 3. O primeiro modelo estimado indica que o aumento de 1% nos investimentos públicos em energia relativamente ao total de

investimentos públicos seria responsável por uma taxa de crescimento do PIB *per capita* 37,11% maior. O coeficiente estimado para $(\text{EnerInv}/\text{TotInv})^2$ é negativo e significativo a 10%, indicando a existência de retornos decrescentes de escala.

Os coeficientes das outras variáveis explicativas também apresentaram os sinais esperados. $\text{TotInv}/\text{FBCF}$ é positivo e estatisticamente significativo a 1%. Especificamente, o aumento em 1% nos investimentos públicos relativamente ao total de investimentos levaria um aumento de 0,05% na taxa de crescimento do PIB *per capita*. Este resultado salienta a importância do investimento público para o caso brasileiro durante o período analisado.

O coeficiente da razão entre FBCF e PIB é positivo e significativo a 10% e seu impacto no crescimento do PIB *per capita* é de 0,1%. A variável abertura também apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo a 5%: o aumento de 1% no grau de abertura da economia tem impacto positivo de 1,87% no crescimento do PIB *per capita* brasileiro.

O consumo de eletricidade, por sua vez, apesar de apresentar coeficiente positivo e significativo, tem impacto pequeno sobre o crescimento, estimado em 0,0000066%. Este resultado é demasiado importante, pois vai de encontro àqueles evidenciados na revisão de literatura, como Lee e Chang (2008) e Apergis e Payne (2010). Essa queda de magnitude demonstra que, uma vez controlado o investimento em energia, a importância do consumo para o crescimento diminui de forma significativa.

O coeficiente da variável FEC, apesar de positivo, é não significativo. Também é insignificante o coeficiente da constante. As variáveis Dívida e Inflação apresentam os sinais negativos esperados, sendo significantes a 10% e 1%, respectivamente. A Tendência é significativa a 10% e tem coeficiente negativo.

A retirada da Tendência (modelo 2) pouco altera os resultados. Quanto aos testes, apenas o teste geral de White altera sua conclusão, rejeitando a hipótese nula de homoscedasticidade a 10% de significância. O consumo de eletricidade torna-se insignificante, o que ratifica o argumento acima exposto. O coeficiente da variável dívida torna-se significativo a 5%, com pequeno aumento de sua magnitude. Ademais, conforme evidenciado na tabela 3, a magnitude e a significância das variáveis $\text{EnerInv}/\text{TotInv}$, $(\text{EnerInv}/\text{TotInv})^2$, $\text{TotInv}/\text{FBCF}$, FBCF/PIB , Abertura, FEC e Inflação praticamente se mantêm.

A exclusão da variável Dívida (modelo 3), por sua vez, apresenta modificações mais relevantes em comparação com o modelo 1. Agora, o teste geral de White e sua forma ajustada não apontam para a existência de heteroscedasticidade, contrariando o resultado do

teste de Breusch-Pagan. Há uma diminuição da magnitude e da significância dos coeficientes das variáveis EnerInv/TotInv e TotInv/FBCF . No entanto, o impacto dos investimentos públicos em energia relativamente aos investimentos públicos totais ainda é bastante expressivo: o aumento de 1% desta razão eleva a taxa de crescimento em 27,9%. $(\text{EnerInv/TotInv})^2$, FBCF/PIB , Abertura, Conseletric e Tendência tornam-se insignificantes.

No modelo 4 não foi incluída a variável Inflação. Os resultados dos testes mantêm-se iguais aos do modelo 1. A variável EnerInv/TotInv , significativa a 10%, apresentou coeficiente positivo e igual a 33,96. A constante, a tendência e a razão $(\text{EnerInv/TotInv})^2$ foram insignificantes. FEC e Conseletric também apresentarem coeficientes não significativos. A variável Dívida foi negativa e significativa a 10%. Abertura manteve seu coeficiente positivo e estatisticamente significativa a 5%, com magnitude semelhante ao modelo com todas as variáveis.

A retirada da variável FEC , no modelo 5, apresentou resultados bastante semelhantes ao modelo 1, inclusive no que se refere aos testes. Cabe destacar, contudo, o aumento da magnitude da variável (EnerInv/TotInv) : neste caso, 1% de aumento desta razão leva a uma taxa de crescimento do PIB *per capita* 39% maior. Outrossim, há um aumento da significância da variável $(\text{EnerInv/TotInv})^2$.

No modelo sem consumo de eletricidade (modelo 6), o teste geral de White rejeita a hipótese de homoscedasticidade a 10%. Esta foi a única das regressões estimadas na qual a variável constante foi estatisticamente significativa – a 10%. As demais variáveis apresentaram resultados semelhantes ao modelo 1.

Para os modelos 7 e 8, que não incluem a variável Abertura, todos os testes não rejeitaram a hipótese nula de homoscedasticidade. O teste Arch-LM e Breusch-Godfrey mantiveram seus resultados. Assim, nestes casos não se utilizou um estimador robusto à variância.

No caso do modelo 7, em que apenas a variável Abertura foi excluída, destaca-se o aumento significativo da magnitude do coeficiente da variável (EnerInv/TotInv) , que chega a 46,33, significativa a 5%.

Por fim, no modelo 8, que inclui apenas a constante e as variáveis Ener/TotInv , $(\text{EnerInv/TotInv})^2$, TotInv/FBCF , FBCF/PIB e tendência, salienta-se a manutenção de um coeficiente positivo, elevado e significativo a 10% para a variável EnerInv/TotInv .

Variável dependente: Crescimento do PIB *per capita*

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
Constante	-0.1194780 (0.124)	0.0166169 (0.458)	-0.0314113 (0.504)	-0.1080037 (0.162)	-0.1207397 (0.120)	0.0154397* (0.087)	-0.1154794 (0.153)	0.0032269 (0.592)
EnerInv/TotInv	37.11462** (0.036)	36.78366** (0.028)	27.90503* (0.069)	33.96630* (0.084)	39.04227** (0.020)	37.12573** (0.026)	46.33390** (0.018)	29.8866700* (0.065)
(EnerInv/TotInv) ²	-13673.760* (0.071)	-13679.420* (0.058)	-8126.354 (0.248)	-12837.500 (0.162)	-14444.420** (0.050)	-13768.450* (0.056)	-16264.38* (0.066)	-8868.485 (0.188)
TotInv/FBCF	0.0498432*** (0.009)	0.0544239*** (0.004)	0.0337758* (0.100)	0.0490136** (0.011)	0.0505216*** (0.008)	0.054557*** (0.004)	0.0436429* (0.084)	0.0315860 (0.175)
FBCF/PIB	0.1058059* (0.062)	0.1063530* (0.067)	0.0740274 (0.197)	0.1028618* (0.082)	0.1102528** (0.052)	0.1066558* (0.067)	0.169744*** (0.001)	0.1265109** (0.012)
Abertura	1.8686200** (0.042)	1.8584280* (0.062)	1.4331230 (0.109)	1.9108790** (0.045)	1.8059580* (0.055)	1.8496860* (0.063)	-	-
Conseletric	0.0000066* (0.087)	-0.0000002 (0.779)	0.0000021 (0.334)	0.0000053 (0.156)	0.0000066* (0.084)	-	0.0000064* (0.100)	-
FEC	0.0070976 (0.662)	0.0082384 (0.628)	0.0050107 (0.731)	0.0081655 (0.627)	-	0.0083176 (0.629)	-0.0012524 (0.943)	-
Dívida	-0.0050313* (0.057)	-0.0058043** (0.028)	-	-0.0049053* (0.077)	-0.0047388* (0.060)	-0.00584** (0.027)	-0.0035963 (0.250)	-
Inflação	-0.0180404*** (0.004)	-0.1540760*** (0.008)	-0.0166613** (0.011)	-	-0.018125*** (0.004)	-0.01619*** (0.007)	-0.0184687** (0.020)	-
Tendência	-0.0007806* (0.081)	-	-0.0002353 (0.307)	-0.0005890 (0.172)	-0.0007869* (0.077)	-0.0000495 (0.544)	-0.0007731* (0.082)	0.0000019 (0.977)
R ²	0.2068	0.1854	0.127	0.1708	0.2057	0.1873	0.169	0.0654
F	5.79	5.32	2.64	4.1	6.39	5.26	2.76	2.09
Prob>F	0.0000	0.0000	0.0073	0.0001	0.0000	0.0000	0.0057	0.0701
Observações	132	132	155	132	132	132	132	155

Tabela 3: Resultados das Estimações. ***: 1% significativa, **: 5% significativa, *: 10% significativa (Em parêntesis encontram-se os p-valores)

5. Conclusão

A literatura econômica aponta o investimento em infraestrutura como um dos principais fatores responsáveis pela promoção do crescimento sustentado na economia. Investimentos em transportes, telecomunicações e energia são fundamentais para a manutenção da atividade econômica e para a construção de vantagens comparativas. Em especial, evidenciamos a energia como essencial à organização econômica e social.

Nesse contexto, o presente trabalho investigou a relação entre gastos públicos na área de energia e o crescimento brasileiro no período compreendido entre 2000 e 2012. Merece ressaltar, primeiramente, o ineditismo da base de dados utilizada, bem como a abordagem da relação entre energia e crescimento econômico pelo lado da oferta, tendo-se em consideração as especificidades setoriais na análise.

Os resultados mostraram que as despesas com energia têm efeito positivo e estatisticamente significativo sobre o desempenho econômico nacional. Mais ainda, o efeito dos investimentos públicos em energia relativamente aos investimentos públicos totais no crescimento do PIB *per capita* brasileiro é de grande magnitude, variando de 27,9% a 46,33% nos modelos estimados.

A insignificância da proporção de investimentos públicos em energia ao quadrado (em três dos oito modelos estimados) pode indicar a existência de retornos crescentes ou constantes de escala, possivelmente justificada por deficiências no investimento. Essas deficiências, por sua vez, têm se refletido nos resultados brasileiros nos principais comparativos internacionais, como o Relatório de Competitividade Global.

Variáveis comumente utilizadas para explicar crescimento econômico, como o grau de abertura da economia, dívida e inflação, apresentaram resultados semelhantes à literatura. Destaca-se também o resultado da variável consumo de eletricidade, cujo impacto estimado no crescimento do PIB *per capita* é muito baixo para todos os modelos e insignificante em três dos seis modelos em que aparece. Essa evidência empírica aponta para a importância do estudo da oferta de energia, deixado de lado pela literatura que propôs estudar a relação entre energia e crescimento econômico.

Apesar dos recentes esforços empenhados pelo governo brasileiro em aumentar os investimentos em infraestrutura, especialmente em energia, a análise do setor demonstra a existência de profundos gargalos. Essas deficiências tendem a agravar-se com a crescente demanda por energia.

Assim, é importante considerar a adoção de novas tecnologias, como redes elétricas inteligentes e geração distribuída, como alternativas setoriais para o aumento da participação privada. No entanto, incentivos governamentais são considerados cruciais para a adoção e consolidação dessas opções, bem como a existência de um arcabouço institucional e regulatório que confira transparência e transmita a credibilidade e a segurança necessárias aos agentes envolvidos nesse importante segmento da economia.

Neste sentido, conclui-se que (i) dado o papel fundamental do Estado como indutor do desenvolvimento e promotor do crescimento econômico; (ii) dado que investimentos estatais em energia aumentam a produtividade de outros investimentos e proporcionam ganhos de escala e escopo a outras atividades, gerando, assim, externalidades positivas, a solução dos gargalos evidenciados e a busca por crescimento econômico sustentado devem passar, necessariamente, tanto pelo aumento e melhoria da qualidade dos gastos públicos como pelo desenho de incentivos à participação do setor privado.

6. Referências bibliográficas

AFONSO, J. R; ARAÚJO, E. A. e BIASOTO, Jr. G. Fiscal Space and Public Sector Investments in Infrastructure: A Brazilian Case-study. **IPEA, Texto para discussão**, n. 1141, Brasília, 2005.

ANEEL. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. 3ª edição. Brasília: ANEEL, 2008. Disponível em: < <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>.

ANEEL. Perguntas e respostas sobre tarifas das distribuidoras de energia elétrica. Brasília, 2007.

ANFAVEA. Anuário Estatístico: produção, venda e exportação de autoveículos. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/tabelas.html>.

APERGIS, N.; PAYNE, J. Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. **Energy Economics**, v. 32, 2010.

ASCHAUER, D. Is public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, v. 23, p. 177-200, 1989.

AURIOL, E. E PICARD, P. M. Infrastructure and Public Utilities Privatization in Developing Countries. **World Bank Economic Review**, v. 23 (1), p. 77-100, 2009.

BAER, W. A economia brasileira. São Paulo, 1996.

BARAT, J. A evolução dos transportes no Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Instituto de Planejamento Econômico e Social, 1978.

BARRO, R.J. Economic Growth in a Cross Section of Countries. **Quarterly Journal of Economics**, v. 106, p. 407-443, 1991.

BIELSHOWSKY, R. Investimento e reformas no Brasil: indústria e infraestrutura nos anos 1990. Brasília: IPEA/Cepal, 2002.

BNDES, O risco de racionamento. Rio de Janeiro, 1996.

BRASIL. Balanços do PAC. Disponíveis em: <<http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesnacionais>>.

CABELLO, A. F. Redes elétricas Inteligentes no Brasil: a necessidade de uma avaliação adequada de custos e benefícios. In: **IPEA. Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 19, 2012.

CABELLO, A. F.; POMPERMAYER, F. M. Energia Fotovoltaica ligada à rede elétrica: atratividade para o consumidor final e possíveis impactos no sistema elétrico. **Texto para Discussão, IPEA**, 2013.

CALDERÓN, C. A.; SERVÉN, L. The output cost of Latin America's infrastructure gap. **Central Bank of Chile Working Paper**, n. 186, 2002.

CALDERÓN, C. A.; SERVÉN, L. Trends in Infrastructure in Latin America, 1980-2001. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 3401, set. 2004.

CCEE. O setor elétrico brasileiro. 2011. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>.

CNI. Diversificação e diferenciais sustentáveis da matriz elétrica brasileira. 2012.

CONSTANTINO, R. Privatize já. Rio de Janeiro: Leya. 2012.

DALGAARD, C. J.; STRULIK, H. Rediscovering the Solow model: an energy network approach. **Department of Economics, University of Copenhagen**, discussion paper n. 07–09, 2007.

DINKELMAN, T. The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa. **American Economic Review**, v. 101(7), p. 3078-3108, 2011.

EASTERLY, W., REBELO, S. Fiscal Policy and Economic Growth: An Empirical Investigation. **Journal of Monetary Economics**, v. 32, p. 417-458, 1993.

ELETROBRAS. Portal Eletrobras: História. Disponível em: <
<http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISB33DBED6PTBRIE.htm>>

ELETROBRAS. Programas – Proinfra. Disponível em: <
<http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/LUMISABB61D26PTBRIE.htm>>

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Plano Decenal de Expansão de Energia - 2021. 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional. 2013. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>.

ESPOSITO, A. Contexto e panorama dos investimentos no setor elétrico brasileiro. In: TORRES, E.; PUGA, F.; MEIRELLES, B. (Orgs.). Perspectivas do investimento. Rio de Janeiro: BNDES, 2011.

FERREIRA, P. C. Investimentos em infra-estrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 231-251, ago. 1996.

FERREIRA, P. C.; MALLIAGROS, T. G. Impactos Produtivos da Infra-Estrutura no Brasil – 1950/95. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 28 (2), p. 315-338, 1998.

FERREIRA, T. T. ;AZZONI, C. R. Arranjos institucionais e investimento em infraestrutura no Brasil. **Revista do BNDES**, n. 35, p. 37-86, jun. 2011.

FGV PROJETOS. O Mercado do Petróleo: Oferta, Refino e Preço. 2012. Disponível em:
 <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/9816/Petroleo.pdf?sequence=1>>.

FONSECA, P.; MONTEIRO, S. O Estado e suas razões: o II PND. **Revista de Economia Política**, v. 28, nº 1(109), p. 28-46, 2007.

FRISCHTAK, C. Infraestrutura e desenvolvimento no Brasil. In: FERREIRA, P.C.; GIAMBIAGI, F.; PESSÔA, S.; VELOSO, F. (Org.). **Desenvolvimento Econômico: uma perspectiva brasileira**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

FRISCHTAK, C. R. O Investimento em Infra-Estrutura no Brasil: Histórico Recente e Perspectivas. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 38, n. 2, p. 307-348, 2008.

FRÖLING, M. Energy use, population and growth, 1800–1970. **Journal of Population Economics**, v. 24, p. 1133–1163, 2011.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. A Era Vargas: dos anos 20 a 1945. In: CPDOC. Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/anos37-45/EstadoEconomia/CVRD>>.

G1. Nível de água do sistema Cantareira cai para 9,6% nesta quarta. 07 de maio de 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2014/05/nivel-de-agua-do-sistema-cantareira-cai-para-96-nesta-quarta.html>.

G1. 5 dos 13 lotes de leilão da ANEEL não atraem interessados. 9 de maio de 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2014/05/5-dos-13-lotes-de-leilao-da-aneel-nao-atraem-interessados.html>>.

GRAMLICH, E. M.. Infrastructure Investment: A Review Essay. **Journal of Economic Literature**, v. 32, 1994.

IBGE. Sistema de contas nacionais, Brasil: 2005 – 2009. **Contas Nacionais**, nº 34. Rio de Janeiro, 2011.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Word Energy Outlook. 2013

IPEA. Infraestrutura e Planejamento no Brasil: Coordenação estatal da regulação e dos incentivos em prol do investimento – o caso do setor elétrico. Relatório de pesquisa, 2012.

IPEA. Infraestrutura Econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025. Livro 6, volume 1, 2010.

IPEA. Inovação tecnológica no setor elétrico brasileiro: uma avaliação do programa de P&D regulado pela ANEEL. 2011.

KILIAN, L. The Economic Effects of Energy Price Shocks. **Journal of Economic Literature**, v. 46 (4), pp. 871-909, 2008.

LEE, C.C; CHANG, C.P. Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. **Resource and Energy Economics**, v. 30, p. 50–65, 2008.

LEITE, A. D. A energia do Brasil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LIDDLE, B. The Energy, Economic Growth, Urbanization Nexus Across Development: Evidence from heterogeneous Panel Estimates Robust to Cross-Sectional Dependence. **The Energy Journal**, v. 34 (2), p. 223 – 244, 2013.

LIPSCOMB, M. A.; MOBARAK, M.; BARHAM, T. Development Effects of Electrification: Evidence from the Topographic Placement of Hydropower Plants in Brazil. **American Economic Journal: Applied Economics**, v. 5(2), p. 200-231, 2013.

MONTES, G. C.; REIS, A. F. Investimento público em infraestrutura no período pós-privatizações. **Economia e Sociedade**, Campinas, v.20, n. 1 (41), p. 167-194, abr. 2011.

MORRISON, C.J.; SCHWARTZ, E.A. State Infrastructure e Productive Performance. **The American Economic Review**, n. 86 (5), p. 1095-1108, 1996.

MUNNELL, A. Policy Watch: Infrastructure investment and economic growth. **Journal of Economic Perspectives**, v. 6, n. 4, p. 189-198. 1992.

MUNNELL, A; COOK, L. How does public infrastructure affect regional economic performance?. **New England Economic Review**, Federal Reserve Bank of Boston, p. 11-33, 1990.

MUSSOLINI, C. C.; TELES, V. K. Infraestrutura e produtividade no Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 4 (120), p. 545-662, 2010.

NATALE NETTO, J. A saga do álcool: fatos e verdades sobre os 100 anos de história do álcool combustível em nosso país. São Paulo: Novo Século, 2007.

NORTH, D. Institutions, Institutional Change and Economic performance. **Cambridge University Press**, Cambridge, 1990.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Para instituto, setor elétrico é Frankenstein. 16 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,para-instituto-setor-eletrico-e-frankenstein,1130897,0.htm>>.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema elétrico trabalha com reserva de energia abaixo do recomendável. 5 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/economia-geral,sistema-eletrico-trabalha-com-reserva-de-energia-abaixo-do-recomendavel,177222,0.htm>>.

O GLOBO. Empréstimo de grupo de 13 bancos ao setor elétrico será maior que o previsto: R\$ 11,2 bi. 9 de abril de 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/emprestimo-de-grupo-de-13-bancos-ao-setor-eletrico-sera-maior-que-previsto-112-bi-12145010#ixzz30Zz2U5zZ>>.

O GLOBO. Situação do setor elétrico não é de 'desespero', diz Tolmasquim. 2 DE ABRIL DE 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/situacao-do-setor-eletrico-nao-de-desespero-diz-tolmasquim-12067431#ixzz30a00U4T0>>.

O GLOBO. Socorro ao setor elétrico terá impacto de 10% na conta de luz. 3 de abril de 2014. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/socorro-ao-setor-eletrico-tera-impacto-de-10-na-conta-de-luz-12075462>>.

ONS. Histórico da Operação – Energia Armazenada. Disponível em: <http://www.ons.org.br/historico/energia_armazenada_out.aspx>.

OZTURK, I. A literature survey on energy-growth nexus. **Energy Policy**, v. 38, p. 340-349, 2010.

PINTO JR., H.Q. Economia da Energia. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 2007.

RIGOLON, F.J.Z. O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.28, n.1, p.129-158, 1998.

SANTANA, J. R. ; GARCIA, Fernando ; SOUZA, Rogério . Efeitos da infraestrutura sobre o crescimento e sobre a produtividade. In: X Encontro Regional de Economia da ANPEC, 2005, Fortaleza. **Anais do X Encontro Regional de Economia da ANPEC - Fórum BNB de Desenvolvimento**, 2005.

SCHURR, S. H. Energy use, technological change, and productive efficiency: an economic–historical interpretation. **Annu Rev Energy**, n. 9, p. 409–425, 1984.

SECRETARIA DO TESOURO NACIONAL. Dívida Pública: A experiência brasileira. 2009. Disponível em: <http://www3.tesouro.fazenda.gov.br/divida_publica/livro_divida.asp>

SILVA, G.J.C. da e FORTUNATO, W.L.L. Infra-Estrutura e Crescimento: Uma Avaliação do Caso Brasileiro no Período 1985-1998. In: **Fórum BNB de Desenvolvimento XII Encontro Regional de Economia**, Fortaleza, julho de 2007.

TANKHA, S. Lost in Translation: Interpreting the Failure of Privatisation in the Brazilian Electric Power Industry. **Journal of Latin American Studies**, v. 41 (1), p. 59 – 90, 2009.

TÁVORA, F. L. História e economia dos biocombustíveis no Brasil. Textos para discussão, Consultoria Legislativa do Senado Federal, 2011.

TCU. Versão simplificada das contas do governo da república, exercício de 2009, Programa de Aceleração do Crescimento, 2009. Disponível em: <http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/contas/contas_governo/contas_09/Textos/Ficha%209%20-%20PAC.pdf>.

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 26 (24), 2012.

UOL. Governo indeniza elétricas em R\$ 20 bi; Eletrobras terá R\$ 14 bi. 1º de novembro de 2012. Disponível em: <<http://economia.uol.com.br/ultimas->

noticias/reuters/2012/11/01/governo-indeniza-eletricas-em-r-20-bi-elektrobras-tera-r-14-bi.jhtm>.

VALOR ECONÔMICO. Apagão afeta 6 milhões e operação abafa é frustrada. 5 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/3419750/apagao-afeta-6-milhoes-e-operacao-abafa-e-frustrada#ixzz2uKqMNOZe>>

VALOR ECONÔMICO. Justiça determina nova paralisação de Belo Monte. 17 de dezembro de 2013. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/3374496/justica-determina-nova-paralisacao-de-belo-monte>>.

VALOR ECONÔMICO. Não há riscos de desabastecimento de energia, diz Ministério. 4 de abril de 2014. Disponível em: <<http://www.portalvalor.com.br/brasil/3419414/nao-ha-riscos-de-desabastecimento-de-energia-eletrica-diz-ministerio>>.

VEJA. Socorro extra do governo a elétricas pode chegar a R\$ 5 bi. 6 de fevereiro de 2014. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/socorro-extra-do-governo-as-eletricas-pode-chegar-a-r-5-bilhoes>>.

WERNECK, R. F. Empresas estatais e política macroeconômica. Rio de Janeiro, Campus, 1987.

WOLFRAM, C.; SHELEF, O. e GERTLER, P. How Will Energy Demand Develop in the Developing World? **Journal of Economic Perspectives**, v. 26(1), p. 119-138, 2012.

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2013 – 2014, 2013. Disponível em: <<http://www.weforum.org/reports>>.